



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

RECURSOS DIDÁCTICOS FÍSICOS Y VIRTUALES PARA ENSEÑAR MATEMÁTICAS A ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

PRESENTA

LIC. MARIJOSE PERUCINI AVENDAÑO

DIRECTOR DE TESIS

DRA. ESTELA DE LOURDES JUÁREZ RUÍZ

PUEBLA, PUE.

MARZO, 2023



DR. SEVERINO MUÑOZ AGUIRRE
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y
ESTUDIOS DE POSGRADO, FCFM-BUAP
P R E S E N T E:

Por este medio le informo que la C:

MARIJOSE PERUCINI AVENDAÑO

Estudiante de la Maestría en Educación Matemática, ha cumplido con las indicaciones que el Jurado le señaló en el Coloquio que se realizó el día 02 de diciembre de 2022, con la tesis titulada:

“RECURSOS DIDÁCTICOS FÍSICOS Y VIRTUALES PARA ENSEÑAR MATEMÁTICAS A ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL”

Por lo que se le autoriza a proceder con los trámites y realizar el examen de grado en la fecha que se le asigne.

A T E N T A M E N T E.
H. Puebla de Z. a 17 de marzo de 2023

DRA. LIDIA AURORA HERNÁNDEZ REBOLLAR
COORDINADORA DE LA MAestrÍA
EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA.



Esta investigación se realizó gracias al financiamiento del
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT),

De enero de 2021 a diciembre 2022.

No. CVU: 1093175

Dedico este trabajo a las personas más importantes en mi vida; mi madre, mis hermanas y a Leonardo por aceptar caminar conmigo lado a lado y apoyarme en todas mis decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por haberme acompañado a lo largo de mi carrera y por ser mi luz en el camino dándome la fortaleza para cumplir todas mis metas.

Gracias a mi familia por apoyarme y brindarme todo su amor, agradezco a Dios darme la mejor madre del mundo que con su esfuerzo pude llegar hasta donde estoy, a mis hermanas, Made, Kimi y Jheni por estar siempre para mí y a mis sobrinos Juan, Ximena y Eli por darme alegría cada que los veo, los amo.

Gracias a mi esposo Leonardo por mostrarme su apoyo incondicional, motivarme cada día para seguir adelante, por su amor y sus miles de consejos que me da día a día. Te amo y gracias por aceptar vivir esta linda experiencia a lado mío y de nuestro amigo fiel Hércules.

A la Dra. Estela por haber depositado su confianza en mí. Agradezco todo el apoyo y tiempo que me brindó para poder realizar este trabajo.

Gracias a la Dra. Lidia, Dra. Araceli y al Dr. Josip por tomarse el tiempo en revisar este trabajo y haberme dado observaciones valiosas.

A mi bandita, Deysi, Ireri y Joel, por no dejarme morir en el intento y brindarme su amistad.

ÍNDICE

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 Problemática	15
1.2 Pregunta general de investigación	16
1.3 Preguntas específicas	16
1.4 Objetivo general	16
1.5 Objetivos específicos	16
1.6 Justificación	16
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Educación inclusiva.....	18
2.1.1 <i>Principios de la educación inclusiva</i>	21
2.2 Discapacidad visual.....	23
2.3 Enseñanza a estudiantes con discapacidad visual.....	25
2.4 Materiales didácticos con los que cuenta un docente en el área de matemáticas	28
CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO	33
3.1 Tipo de investigación	33
3.2 Método	33
3.2.1 <i>Procedimiento</i>	34
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	35
4.1 Video-materiales dirigidos a profesores de matemáticas	36
4.2 Artículos de investigación dirigidos a la inclusión educativa	38
4.3 Materiales digitales para la enseñanza de las matemáticas	41
4.4 Análisis de los tópicos tratados en los recursos	43
4.5 Uso del ábaco Cranmer.....	43
4.5.1 <i>Suma</i>	44
4.5.2 <i>Resta</i>	46
4.5.3 <i>Multiplicación</i>	47
4.5.4 <i>División</i>	48
4.5.5 <i>Resolución de ecuaciones lineales</i>	50

4.5.6	<i>Resolución de un sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas</i>	52
4.6	Cubarín algebraico.....	55
4.7	Material manipulable para el aprendizaje de cuadriláteros.....	57
CONCLUSIONES		59
REFERENCIAS		61
ANEXOS		66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Principio de la educación inclusiva.	22
Figura 2 Caja aritmética.....	29
Figura 3 Calculadora parlante.	29
Figura 4 Geoplano.	30
Figura 5 Ábaco Cranmer.....	31
Figura 6 Cubarín algebraico.....	32
Figura 7 Fase de la investigación.	34
Figura 8 Tarea de problemas aditivos a población adulta	40
Figura 9 Representación del ábaco Cranmer.	44
Figura 10 Formación de un número en el ábaco Cranmer.....	44
Figura 11 Proceso de realización de la suma en el ábaco Cranmer.	45
Figura 12 Proceso de realización de la resta en el ábaco Cranmer.	46
Figura 13 Proceso de realización de la multiplicación en el ábaco Cranmer.	47
Figura 14 Proceso de realización de una división en el ábaco Cranmer.	49
Figura 15 Representación de una ecuación lineal en el ábaco Cranmer.	50
Figura 16 Solución de la ecuación lineal $4x+5=13$	50
Figura 17 Modificación del ábaco Cranmer para la resolución de ecuaciones lineales.	51
Figura 18 Método para la resolución de ecuaciones lineales utilizando el ábaco Cranmer.	52
Figura 19 Resolución de ecuaciones lineales utilizando el ábaco Cranmer.	53
Figura 20 Diseño del cubarín algebraico.	55
Figura 21 Representación de polinomios utilizando el cubarín algebraico.	56
Figura 22 Representación de la simplificación de la expresión algebraica.	56
Figura 23 Polígonos representados utilizando material manipulable.	57
Figura 24 Formación de ángulos con el material manipulativo.	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diferencias entre integración educativa y educación inclusiva (Moderada y radical).	20
Tabla 2 Definiciones de acuerdo con la complejidad de la agudeza visual.	23
Tabla 3 Videos-materiales que están al alcance del profesor de matemáticas.	36
Tabla 4 Artículos de investigación dirigidos a la inclusión educativa.	38
Tabla 5 Materiales digitales para la enseñanza de las matemáticas en nivel Básico.	41
Tabla 6 Materiales digitales para la enseñanza de las matemáticas en nivel Medio Superior.....	42

RESUMEN

En México la formación del docente es de gran importancia para atender diversas dificultades que se pueden presentar en el aula de clases, como lo son la diversidad e inclusión educativa. Desafortunadamente, dicha formación es insuficiente para atender estos problemas por diversas razones, particularmente a la hora de enseñar matemáticas a estudiantes con discapacidad visual, ya que es habitual que los profesores desconozcan los diferentes materiales didácticos que están a su alcance para ayudarles en la inclusión en el aula de matemáticas. Por lo que, en este trabajo de investigación se realizó un análisis de contenido de los distintos recursos didácticos con los que cuenta un profesor para enseñar matemáticas a estudiantes con discapacidad visual, como lo son los materiales manipulativos físicos y virtuales, video-materiales y artículos de investigación dirigidos a una educación inclusiva, teniendo como objetivo desarrollar una categorización de los intereses y temáticas que se presentan en los recursos didácticos físicos y virtuales de nivel básico y medio superior para enseñar matemáticas a estudiantes con discapacidad visual. En dicho análisis se efectuó una clasificación dependiendo de su contenido (Diseña o utiliza software, Diseña o utiliza material concreto, Sugerencias para el profesor y Otros, donde se colocaron los recursos que no pertenecían a las categorías anteriores) y dependiendo el nivel de enseñanza (Básico y Medio Superior). Además, con dicho análisis, fue posible observar los tópicos abordados en los recursos para enseñar matemáticas a estudiantes con discapacidad visual, demostrando la escasez de información sobre los tópicos abordados tanto en nivel Básico como en el nivel Medio Superior. Finalmente, se presenta un análisis detallado del uso de tres recursos manipulativos (ábaco Cranmer, cubarín algebraico y material manipulativo para la identificación de cuadriláteros) que el profesor puede emplear para enseñar matemáticas a alumnos con esta discapacidad.

Palabras clave: Discapacidad visual, matemáticas, enseñanza, profesor, material didáctico, educación inclusiva, recurso didáctico.

ABSTRACT

In Mexico, teacher training is of great importance to address various difficulties that may arise in the classroom, such as educational diversity and inclusion. Unfortunately, such training is insufficient to address these problems for various reasons, particularly when teaching mathematics to students with visual impairment, since it is common that teachers are unaware of the different teaching materials that are available to help them in the inclusion in the mathematics classroom. Therefore, in this research work, a content analysis of the different didactic resources available to a teacher to teach mathematics to students with visual impairment, such as physical and virtual manipulative materials, video-materials and research articles aimed at inclusive education, was carried out with the objective of developing a categorization of the interests and themes presented in the physical and virtual didactic resources of basic and high school level to teach mathematics to students with visual impairment. In this analysis, a classification was made depending on their content (Design or use software, Design or use concrete material, Suggestions for the teacher and Others, where the resources that did not belong to the previous categories were placed) and depending on the teaching level (Basic and Upper Secondary). In addition, with this analysis, it was possible to observe the topics addressed in the resources for teaching mathematics to students with visual impairment, demonstrating the scarcity of information on the topics addressed at both the Basic and Upper Secondary levels. Finally, a detailed analysis of the use of three manipulative resources (Cranmer abacus, algebraic cubarin and manipulative material for the identification of quadrilaterals) that the teacher can use to teach mathematics to students with this disability is presented.

Key words: visual impairment, mathematics, teaching, teacher, didactic material, inclusive education, didactic resource.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, es de gran importancia considerar a la matemática como una disciplina indispensable y necesaria en la formación de todos los estudiantes, sin embargo, existen deficiencias en la educación y más aún, que actualmente se está fomentando la inclusión educativa en México, que se requieren recursos y materiales didácticos que coadyuven a afrontar los nuevos retos, ante este nuevo panorama. Es un hecho que el proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene un estudiante con visión normal respecto de un estudiante con dificultad visual no puede ser de la misma forma.

Para Espinosa (2008), las necesidades educativas están en relación con los distintos aspectos que tienen las implicaciones de la pérdida total o parcial de la visión, ya que, gracias a la vista, las personas reciben la mayor parte de la información. Por lo que es importante el uso de recursos didácticos adaptados a las necesidades educativas de cada estudiante, de tal manera que, con la exploración y manipulación de estos se construyan los conocimientos matemáticos.

El problema más relevante para el profesor de matemáticas es la falta de conocimientos de materiales didácticos y su uso, para la enseñanza de las matemáticas a los estudiantes con dicha discapacidad, ya que la Secretaría de Educación Pública (SEP) promueve condiciones de igualdad para todas las personas que poseen alguna limitación. Por ello, surge la necesidad del empleo de material manipulativo para el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que, según Rosich (1996) la vía más favorable para los estudiantes invidentes es la manipulación, porque los aspectos sensibles estimulan y facilitan el proceso de descubrimiento matemático.

En México, el proceso de inclusión escolar presenta algunos inconvenientes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, esto se debe a que muchos docentes no cuentan con una formación adecuada para abordar contenidos matemáticos para estudiantes con discapacidad visual, provocando en ellos bajan autoestima por sentir incapacidad de ir a la par del resto de sus compañeros. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación de la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1983), la educación debe adecuar los recursos y metodologías de enseñanza-aprendizaje para todos los estudiantes con o sin discapacidad visual.

La educación inclusiva es un reto actualmente, a pesar de que existen distintos materiales para el apoyo de la enseñanza a estudiantes con discapacidad visual, pero esto se debe a que hay muchos más factores que influyen en este aspecto, como, por ejemplo: la aceptación de los estudiantes, la familia, los profesores, etc.

La UNESCO (2008) define la educación inclusiva como “un proceso orientado a responder a la diversidad de los estudiantes incrementando su participación y reduciendo la exclusión en y desde la educación”. Esto permite que todos los estudiantes sin importar su condición puedan aprender con una educación de calidad y que la institución debe ofrecer las condiciones adecuadas para esto.

Respecto a la formación del docente, Parra (2010) afirma que gracias a la educación especial se generó la necesidad de las instituciones de tener profesores preparados, así como también programas para mejorar el aprendizaje y materiales específicos que atiendan las necesidades escolares de los estudiantes en el aula de clases.

La formación del docente es crucial para impartir una educación de calidad que permita a los estudiantes lograr un buen aprendizaje. Beyer (2001) considera que los docentes deben tener la capacidad de enseñar en diversos contextos de aprendizaje para la inclusión educativa.

Por otro lado, la matemática es considerada como una de las áreas que más genera frustración en casi todos los estudiantes, así como baja motivación, esto se debe a que la mayoría de los métodos utilizados por los profesores están centrados en la memorización y repetición de procesos, lo que se conoce como enseñanza tradicional. Sin embargo, este tipo de enseñanza no está al alcance de todas las personas, ya que, en la actualidad existe una gran diversidad de estudiantes con diferentes maneras de acceder e interpretar la información, así como diferentes ritmos de aprendizaje, un claro ejemplo de esto, son los estudiantes con discapacidad visual. Por lo que es necesario hacer uso de distintas estrategias para dar respuesta a dicha diversidad (UNESCO, 2003).

Alsina y Planas (2008), afirman que el fracaso escolar y la urgencia de atención a la diversidad, entre otras problemáticas, exigen un proceso de organización y aprendizaje en la educación matemática.

La inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales en el aula exige una serie de cambios necesarios para la inclusión, que abarca las prácticas pedagógicas, los materiales para su uso en las aulas, así como también la formación inicial y continua del docente.

Actualmente, en México organizaciones públicas o privadas ofertan cursos para contribuir en la formación de los docentes respecto a la atención a la diversidad, así como también crean materiales didácticos para la enseñanza de las matemáticas, sin embargo, los docentes llegan a desconocer dichos materiales. Por lo que en esta investigación se realizó una recopilación de los materiales que están al alcance de los docentes, incluyendo materiales físicos como digitales, para enseñar matemáticas a estudiantes con discapacidad visual, incluyendo cursos y talleres para la atención a la diversidad.

La presente tesis se reporta en cuatro capítulos desarrollados de manera sistemática los cuales se describen a continuación.

En el Capítulo 1 se aborda la problemática de investigación, así como el objetivo general, los objetivos específicos y la pregunta de investigación. También se justifica la pertinencia y relevancia del estudio, que permiten la especificación de la problemática atendida.

En el Capítulo 2 se desarrollan los referentes teóricos que enmarcaron la investigación, los cuales se centran en cuatro: la educación inclusiva, donde se describe la educación que se tiene en México y los tipos de educación inclusiva. Por otra parte, se define la discapacidad visual y la enseñanza de las matemáticas a alumnos con dicha discapacidad. Además, se muestran y se definen algunos materiales didácticos que puede utilizar el profesor de matemáticas.

En el Capítulo 3 se describe el enfoque y diseño del estudio. Asimismo, se mencionan las fases realizadas para la recolección de la información que se analizó.

En el Capítulo 4 se describen los resultados correspondientes a cada uno de los recursos analizados, así como también la clasificación encontrada. Además, se muestra los tópicos más frecuentes en dichos recursos. Se profundizó en tres materiales didácticos para enseñar matemáticas, donde se muestra su modo de uso.

En la sección de las Conclusiones se menciona la poca información sobre la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con discapacidad visual, así como también la escasa investigación de los recursos didácticos físicos y virtuales que el profesor puede utilizar en sus clases de

matemáticas, sobre todo que actualmente se tienen aulas inclusivas. Además, se da una recomendación para profundizar más en dichos temas.

Finalmente, en la sección de Anexo se agregó los listados completos de los recursos analizados, cada uno en la categoría correspondiente, así como también, algunas sugerencias para realizar el ábaco con materiales accesibles.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se presenta la problemática de investigación, así como el objetivo general, los objetivos específicos, la pregunta de investigación y la justificación, que permiten la especificación de la problemática atendida.

1.1 Problemática

La educación inclusiva se considera una condición indispensable para lograr un sistema educativo de alta calidad. Se relaciona con la capacidad de brindar a todos los estudiantes las mismas oportunidades y desarrollo basados en los principios de equidad e igualdad.

El factor más importante para obtener un buen desarrollo de la educación inclusiva es el docente, ya que, para conseguir una educación inclusiva, el rol del docente es clave para orientar y guiar las capacidades de aprendizaje de los estudiantes, con o sin discapacidad visual. Algunos profesores están interesados en mejorar sus prácticas inclusivas, pero no tienen las herramientas de enseñanza para hacerlo.

Hoy en día la educación que reciben los estudiantes con discapacidad visual es limitada en muchos aspectos, ya que las instituciones educativas no cuentan con los medios para ofrecer la educación que ellos requieren. Asimismo, los materiales dirigidos a profesores son escasos, sin mencionar que los docentes no cuentan con la formación adecuada para brindar una mejor atención educativa, ya que las escuelas normales en México cuentan con pocos cursos dirigidos a la formación para la atención a la diversidad. Por lo que la atención de estudiantes con discapacidad visual ha resultado un verdadero reto para los docentes de escuelas regulares y también de las de educación especial.

Actualmente se conocen algunos materiales didácticos que son de gran ayuda para hacer posible una inclusión educativa, pero lamentablemente estos materiales llegan a ser costosos y para muchas instituciones es imposible adquirirlos ya que no cuentan con el recurso necesario, sin mencionar que hay muchos más materiales que los docentes desconocen que se encuentran en línea. Por lo anterior, se hace necesario realizar una investigación exploratoria acerca de los recursos didácticos, tanto físicos como virtuales en institutos, investigaciones recientes y videos que existen

actualmente para atender el problema de la enseñanza-aprendizaje a estudiantes con discapacidad visual. Por ello se presenta el siguiente planteamiento de investigación.

1.2 Pregunta general de investigación

¿Cuáles son los intereses y temáticas que se presentan en los recursos didácticos físicos y virtuales de nivel básico y medio superior para enseñar matemáticas a estudiantes con discapacidad visual?

1.3 Preguntas específicas

- ¿Cuáles recursos didácticos físicos y virtuales se pueden identificar para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a estudiantes con discapacidad visual?
- ¿Cómo desarrollan los recursos didácticos físicos y virtuales la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas para estudiantes con discapacidad visual?

1.4 Objetivo general

Desarrollar una categorización de los intereses y temáticas que se presentan en los recursos didácticos físicos y virtuales de nivel básico y medio superior para enseñar matemáticas a estudiantes con discapacidad visual.

1.5 Objetivos específicos

- Seleccionar diversos recursos didácticos físicos y virtuales para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a estudiantes con discapacidad visual.
- Analizar los intereses y temáticas que se desarrollan en los recursos didácticos físicos y virtuales para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas para estudiantes con discapacidad visual.

1.6 Justificación

Hoy en día la mayoría de las instituciones educativas, públicas o privadas, tienen la necesidad de utilizar diferentes materiales didácticos para desarrollar un aprendizaje significativo

en el aula de clases, pero al implementar los recursos didácticos para la enseñanza- aprendizaje se tiene que tener en cuenta que el uso del material por sí solo no garantiza un aprendizaje significativo, por lo cual debe ir acompañado de estrategias, es decir, el material debe estar acompañado por una serie de reglas o parámetros que sean claros y de acuerdo al nivel de cada estudiante.

En términos de inclusión dentro del contexto aula, se hace necesario reconstruir la escuela respecto a los estilos de trabajo, a la formación y actitudes del profesorado, servicios de apoyo, etc., hasta el punto de que no se requiere buscar en el exterior respuestas complementarias a las necesidades educativas especiales del alumnado.

Actualmente no se cuenta con la formación adecuada para tratar con esta clase de problemas, ya que la mayoría de las escuelas normales no disponen de cursos sobre la atención a la diversidad. Por lo que esta investigación ayudará al profesor a conocer información de diferentes materiales didácticos para poder implementarlos en estudiantes con y sin discapacidad visual.

En otras palabras, esta investigación pretende mostrar a los docentes una recopilación sobre recursos didácticos y materiales que están a su alcance, ya sea físicos o virtuales. Con esta investigación los profesores pueden contribuir a una educación inclusiva para beneficiar a los estudiantes con esta discapacidad, que tendrán la oportunidad de una educación de calidad y las mismas oportunidades de aprendizaje que sus demás compañeros.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los referentes teóricos de la investigación, como lo son la educación inclusiva, discapacidad visual, la enseñanza a estudiantes con discapacidad visual y los materiales didácticos.

2.1 Educación inclusiva

El desarrollo de la integración ha obligado a sustituir el término de integración por el de “inclusión”. Esto, surge tras evaluar la experiencia de la integración escolar en diferentes países. Por su parte, la educación inclusiva constituye un enfoque educativo basado en la valoración de la diversidad como elemento enriquecedor del proceso de enseñanza y aprendizaje y, en consecuencia, favorecedor del desarrollo humano.

En México el proceso de educación inclusiva inició como integración educativa en 1993, pero fue hasta el actual gobierno (2018-2024) que adquirió centralidad, ya que, se impulsó una reforma educativa para crear una Nueva Escuela Mexicana (NEM) (SEP, 2019).

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF) (2019a), la reforma al artículo 3° de la constitución afirma que la educación impartida por el estado debe ser “obligatoria, universal, inclusiva, pública, gratuita y laica”. Por lo que, el objetivo de la educación en general es formar a todas las personas para participar en la sociedad, ayudándolas a ser tolerantes, comprensivos y desarrollar valores y principios.

Por su parte la reforma de la Ley General de Educación (LGE) (DOF, 2019b) determina que la educación inclusiva deberá atender las necesidades, capacidades, circunstancias, estilos y ritmo de aprendizaje de todos los estudiantes, así como también eliminar cualquier forma de exclusión, discriminación y cualquier condición que provoque una barrera de aprendizaje y la participación. En otras palabras, la inclusión en el ámbito escolar hace referencia al modo en que la escuela debe dar respuesta a la diversidad, disminuyendo la exclusión escolar logrando integrar a estudiantes con diversas capacidades y características.

Además, la educación inclusiva implica que todos los estudiantes aprendan juntos sin importar sus condiciones personales, sociales o culturales, incluidos los estudiantes que presentan

alguna discapacidad. Es decir, la institución educativa no exige requisitos de entrada ni mecanismos de selección o discriminación de ningún tipo para hacer realmente efectivos los derechos a la educación, a la igualdad de oportunidades y a la participación.

No existe como tal un significado admitido del término *inclusión*, ya que, se utiliza para fines y contextos distintos. A continuación, se muestran diferentes aportaciones conceptuales del término.

Para Booth y Ainscow (1998), la inclusión educativa se conceptualiza como “el proceso de aumentar la participación de los estudiantes en el curriculum, en las comunidades escolares y en la cultura a la vez que se reduce su exclusión en las mismas”.

La inclusión según Mittler (2000), se considera como un derecho humano en el sentido que es un derecho básico de todos los estudiantes, incluidos los que tienen necesidades especiales, para ser escolarizados.

Por su parte Ainscow (2002), define la inclusión como el proceso que permite tener en cuenta la diversidad de las necesidades de todas las personas a través de una mayor participación en el aprendizaje para así reducir la exclusión en la enseñanza.

Por otro lado, Cabero y Córdoba (2009) afirman que la inclusión es el resultado de la persistencia de la equidad educativa en la mayoría de los sistemas educativos a nivel internacional. Para Sánchez (2009), la inclusión educativa es un derecho de todas las personas, sin importar su discapacidad o dificultad de aprendizaje, así como también su género o pertenencia a una minoría étnica. Por lo tanto, la educación inclusiva ayuda al mejoramiento de calidad de vida de todos los miembros de una sociedad diversificada.

A nivel internacional el concepto de inclusión educativa ha sido adoptado por organismos como la UNESCO, la cual asegura que la base de la educación inclusiva es que todos los estudiantes tienen el derecho a recibir una educación de calidad que satisfaga sus necesidades básicas de aprendizaje y enriquezca su vida intelectual, ya que, la inclusión educativa exige una gran cantidad de cambios en el sistema educativo y en la sociedad misma (UNESCO 2016).

En México, el proceso de la educación inclusiva inició en 1993, con cambios legales producto de un acuerdo entre el sindicato de maestros y la SEP. En 1996 se mostró que los avances del proceso eran muy escasos, por lo que la Subsecretaría de Educación Básica y Normal, con el

apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional, puso en marcha el Proyecto Nacional de Integración Educativa (PNIE) (García, et al. 2003).

Dicho proyecto (PNIE) dejó de lado el termino integración educativa, reemplazándolo por el de educación inclusiva, ya que, la integración educativa busca que los estudiantes con necesidades educativas especiales estudien en escuelas regulares, no en escuelas de educación especial, ofreciéndoles los apoyos necesarios que requieran (García, et al., 2000). En cambio, el término educación inclusiva hace referencia a un proceso que busca eliminar las barreras para el aprendizaje y la participación que enfrentan los estudiantes, para ofrecerles a todos, una educación de calidad (Booth y Ainscow, 2002).

Por otra parte, hay al menos dos tipos de educación inclusiva: la denominada universal (Florián, 2013) y la moderada (García, 2015). En la Tabla 1 se muestran algunas de las diferencias entre la integración educativa y los tipos de educación inclusiva.

Tabla 1

Diferencias entre integración educativa y educación inclusiva (Moderada y radical).

Integración educativa	Educación inclusiva moderada (EIM)	Educación inclusiva radical (EIR)
Busca proporcionar una educación de calidad a los estudiantes que presentan necesidades educativas especiales (NEE) (García, et al., 2000).	Busca proporcionar una educación de calidad a los estudiantes que presentan NEE y también al resto de los alumnos (García, 2013).	Proporcionar una educación de calidad a todos los estudiantes, independientemente de sus condiciones personales, sociales o escolares (UNESCO, 2007).
Busca identificar a las necesidades individuales de los estudiantes que pertenecen a grupos en situación de vulnerabilidad, para procurar su satisfacción y con ello potenciar sus aprendizajes (García y Romero, 2016a).	Busca identificar a las necesidades individuales de los estudiantes, especialmente de los que pertenecen a grupos en situación de vulnerabilidad, para procurar su satisfacción y con ello potenciar los aprendizajes de todo el alumnado. Al mismo tiempo, busca ofrecer una educación de calidad a todo el	Evita la identificación de los sujetos con NEE, para evitar su discriminación y exclusión (Ainscow y Miles, 2008). Busca entonces la identificación de los obstáculos que enfrentan los grupos, no los estudiantes en lo individual.

alumnado (García y Romero, 2016a).

Acepta la existencia de las escuelas especiales para atender a los estudiantes con discapacidades severas o múltiples (García, et al. 2000).

Acepta la existencia de las escuelas especiales para atender a los estudiantes con discapacidades severas o múltiples (Anastasiou y Kauffman, 2013).

Propone que todos los estudiantes estudien en las aulas comunes, implicando la desaparición de las escuelas de educación especial (Cigman, 2007).

Actualmente, la educación inclusiva no es un hecho en todas las instituciones ya que la mayoría no cuenta con los recursos necesarios para poder hacer realidad esta inclusión y esto se debe a que desconocen los diferentes materiales didácticos que existen para ayudar a la enseñanza de los estudiantes, de igual forma, los docentes no cuentan con los conocimientos necesarios para contribuir en una educación inclusiva.

En otras palabras, la escuela necesita reformarse y reformular sus estrategias y herramientas pedagógicas para poder dar respuesta positiva y real a la diversidad de estudiantes, es decir, que den apoyo a un número creciente de necesidades educativas cada vez más diversas y eliminar el problema de los estudiantes que no logran alcanzar su potencial de aprendizaje, por lo que a continuación se muestran los principios de la educación inclusiva.

2.1.1 Principios de la educación inclusiva

A continuación, se muestran los principios básicos de la educación inclusiva (MEN, 2013) (ver Figura 1).

Participación: Significa reconocer las diferentes formas de expresión de cada uno de los estudiantes, así como las distintas formas de manifestación que tienen para ser escuchados para que los tengan en cuenta y formar parte de las decisiones del grupo y comunidades a las que pertenecen.

Diversidad: Implica aceptar y dar respuesta a las diferentes formas en las que se comunican, desarrollan o piensan todos los estudiantes.

Figura 1

Principio de la educación inclusiva.



(Fuente: MEN, 2013)

Interculturalidad: Examina la capacidad del sistema educativo para asegurar una educación de calidad a todos los estudiantes, sin importar su grupo cultural.

Equidad: La equidad en educación significa pensar en términos de reconocimiento de la diversidad de los estudiantes. Un sistema con equidad se adapta a toda diversidad que puede existir en el sistema educativo para así dar a cada uno lo que necesita (Blanco, 2006).

Pertinencia: La pertinencia es un concepto dinámico que pone presente la capacidad del sistema educativo de dar respuesta más allá de las necesidades concretas del entorno.

Calidad: Se refiere a las condiciones óptimas que permiten el mejoramiento continuo de la educación en todos los niveles, así como el mejoramiento de los procesos y prácticas de los docentes para garantizar el mejor aprendizaje en los estudiantes. En otras palabras, al hablar de educación inclusiva de calidad se hace referencia a una educación que sea accesible y comprensible para todos los estudiantes.

2.2 Discapacidad visual

La discapacidad según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), es la ausencia que tienen ciertas personas para realizar alguna actividad en la forma “normal”, en otras palabras, la discapacidad abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las discapacidades son categorizadas en tres grupos: físicas, psíquicas y sensoriales. la discapacidad visual se encuentra dentro de las discapacidades sensoriales.

De acuerdo con el censo de población y vivienda 2020, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), reportó que en México hay 6,179,890 personas con alguna discapacidad, lo que representa el 4.9% de la población total del país, de ellas el 44% tienen discapacidad visual, es decir, un total de casi dos millones de personas tienen dificultad para ver.

CONAFE (2010) define la discapacidad visual como la condición en la que una persona tiene limitaciones para la percepción de objetos e imágenes. Según la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE, 2019), las personas ciegas o con ceguera son aquellas que no ven nada en absoluto o solamente tienen una percepción de luz.

Arroyo (2013), definió tres tipos de discapacidad de acuerdo con la complejidad de la agudeza visual, es decir, discapacidad visual profunda, discapacidad visual severa y discapacidad visual moderada, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Definiciones de acuerdo con la complejidad de la agudeza visual.

DISCAPACIDAD VISUAL		
Profunda	Severa	Moderada
Es la dificultad para realizar tareas visuales gruesas, imposibilidad de realizar tareas que requieran visión de detalles.	Es la posibilidad de realizar tareas con errores, con requerimientos de adecuación de tiempo, ayudas y modificaciones.	Es la posibilidad de realizar tareas visuales con el empleo de ayudas especiales e iluminación adecuada, similares a las que realizan personas con visión normal.

La discapacidad visual puede presentarse en cualquier persona sin importar su edad, en algunos casos se presenta desde el nacimiento y en otros debido a enfermedades, accidentes o por mayoría de edad del individuo.

Una de las principales dificultades que tienen las personas con discapacidad visual es identificar personas, objetos, espacios, entre otras, además, tienen dificultad para leer, orientarse en nuevos espacios y detectar obstáculos.

Para la OMS (2019), la discapacidad visual puede limitar a las personas en la realización de tareas cotidianas y afectar su calidad de vida, así como sus posibilidades de interacción con el mundo circundante. Por lo tanto, clasifica la discapacidad visual de la siguiente manera:

- **Débil visual:** Pérdida de funciones visuales que pueden ser medidas frecuentemente.
- **Legalmente ciego:** Se refiere al individuo que tiene una agudeza visual menor a 20/200, es decir, la persona ve a 20 metros lo que una persona que se considera normal ve a 200.
- **Funcionalmente ciego:** Es decir, que percibe la luz, pero no sabe de dónde proviene.
- **Ciego:** Una persona que carece de visión o que puede percibir algunas graduaciones de luz.
- **Baja visión:** Es la pérdida de visión lo suficientemente grave para impedir el buen funcionamiento diario, es decir, necesitan productos de apoyo.

Cebrián de Miguel (2003) define la Discapacidad visual como un término que engloba cualquier tipo de problema visual grave, ocasionado por patologías congénitas, accidentes de cualquier tipo o provocados por virus de diferentes orígenes.

Por su parte Barraga (1986), estableció cuatro niveles de discapacidad visual, los cuales se distinguen entre:

- **Ceguera total:** Carencia de visión o solo percepción de luz que le imposibilita la realización de tareas visuales.
- **Ceguera parcial:** Percepción de bultos y sombras.
- **Baja visión:** Incapacita el individuo para algunas actividades usuales, además, sólo puede ver objetos a pocos centímetros de él.

- **Visión límite:** La persona necesita ayuda de objetos (ópticos) para leer y realizar otras actividades.

La mayoría de información que recibimos es mediante la visión, esta llega de una forma más rápida y sencilla de entender. Sin embargo, cuando la entrada de información se realiza a través del oído o el tacto, el proceso es más lento y complejo, ya que la información llega secuenciada y debe ser interpretada.

La visión es uno de los sentidos más importantes, pues les permite a las personas aprender mediante observación de una forma más sencilla. Por otra parte, una persona con discapacidad visual tiene la capacidad de desenvolverse en el mundo mediante el tacto y el oído, los que les permite ser independientes.

Las personas con discapacidad visual deben adentrarse a descubrir y construir el mundo por medio de otras sensaciones mucho más parciales, como olores, sabores, sonidos, tacto y quizás imágenes segmentadas de los objetos. Además, algunos mecanismos para acceder a la información en algunos sitios como lo es el internet para este grupo de personas es hacer uso de lupas para amplificar la imagen, la síntesis de voz y la salida Braille para personas sordociegas.

2.3 Enseñanza a estudiantes con discapacidad visual

Anteriormente la educación formaba a los estudiantes con discapacidad en centros de educación especial, aunque los niños con deficiencias más leves eran tratados en aulas de educación especial de centros ordinarios. Este tipo de enseñanza tenía como objetivo dotar a estos estudiantes con algunas habilidades para que fueran útiles para el resto de los ciudadanos, utilizando estrategias centradas en un diagnóstico de las deficiencias que presentaban.

La discapacidad visual en la actualidad ya no es un impedimento para que tanto estudiantes como maestros interactúen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por el contrario, con la inclusión se logró que los estudiantes en situación de discapacidad puedan asistir al aula, optando por utilizar el lenguaje Braille y otros dispositivos electrónicos como ayuda en dicho proceso.

Los estudiantes con discapacidad visual, al igual que los estudiantes normo-visuales son competentes pues desarrollan sus habilidades, pero de diversas formas; los estudiantes con discapacidad visual requieren de una estimulación especial por parte de quien les enseña para hacer

accesibles dichos contenidos y por lo que es importante resaltar la efectividad y el desenvolvimiento que estos estudiantes tienen al momento de hacer uso de sus sentidos, como lo es el tacto.

Las necesidades educativas que presenta un estudiante con discapacidad visual se relacionan a que el ritmo de aprendizaje es más lento que el del estudiante normo visual en el aula de clases, sin mencionar, la escasa disponibilidad del docente para ayudar con las necesidades que requieren. Los profesores deben estar dotados de medios y recursos que les sea posible aplicar o adaptar en el aula con el fin de lograr la participación equitativa de todos sus estudiantes.

A pesar de que la visión tiene un papel importante en la educación, según Cruickshank (1986), “De todos los niños con discapacidades, los ciegos son los que con mayor facilidad se integran en las aulas ordinarias”, esto se debe a que los estudiantes con discapacidad visual desarrollan otros sentidos como el tacto para aprender.

Para la enseñanza de las matemáticas, el uso del sistema braille es de gran ayuda para la escritura y lectura de números y sus operaciones. De acuerdo con la SEP (2019), el Sistema Braille es un sistema de lectoescritura especial para personas ciegas y con baja visión, el cual se lee a través del tacto a partir de la combinación de seis puntos.

Además, unas de las dificultades que se presentan en la enseñanza de la matemática a estudiantes con discapacidad visual es el gran desafío que tienen los docentes de matemáticas, especialmente si no tiene acceso a los conocimientos centrados para la educación inclusiva.

Los estudiantes con discapacidad visual pueden aprender matemáticas como los estudiantes normo visuales integrados en escuela regular, ya que, según González y Sánchez (2019) los estudiantes con discapacidad visual hacen uso del ábaco para realizar operaciones aritméticas, así como también usan juegos geométricos para realizar mediciones.

Es importante saber que para garantizar el éxito de la educación inclusiva es imprescindible que los profesores reciban ayuda para desarrollar prácticas nuevas y eficaces en sus aulas y escuelas (González, 2009) con el fin de que puedan mejorar en un tiempo menor conocimientos que no tenían acerca de este enfoque.

Ainscow y Miles (2008) determinan el rol que los docentes deberían implementar para el desarrollo de nuevas formas de integración. Para ellos, la educación inclusiva requiere una nueva

pedagogía, un currículo más flexible, una estructura escolar que capacite y oriente sin barreras para el aprendizaje.

Ante la existencia de una educación inclusiva, los docentes tienen la tarea de buscar nuevas estrategias pedagógicas para exponer sus contenidos de una forma más accesible para sus estudiantes sin importar sus condiciones físicas, sociales, psicológicas o intelectuales, aunque esto no es una tarea fácil para ellos, más si los docentes no han sido formados para atender dicha problemática (Zuluaga-Duque, 2017).

El estudiante con discapacidad visual requiere una mayor explicación verbal por parte del profesor que lo contextualicen en la situación y de los elementos del entorno, así mismo, cuando presentamos datos numéricos, materiales, etc. durante la enseñanza de las matemáticas, es necesario utilizar el lenguaje verbal para que el estudiante tenga acceso a los contenidos matemáticos, a los procedimientos y conozca los recursos y apoyos que utilizará.

Además, los estudiantes con discapacidad visual se enfrentan a dificultades innecesarias para aprender, al no contar con un ambiente o recursos didácticos accesibles, amables, lúdicos, atractivos y propicios en su entorno o situación, que les permitan tener acceso a las mismas oportunidades que el resto de la población.

En base a la investigación realizada se pudo observar que existe muy poco material respecto a la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con discapacidad visual, lo cual se debe al poco interés que le dedican a esta problemática y la falta de una educación inclusiva.

El diseño de actividades y material didáctico educativo, le permiten al docente poner en práctica estrategias pedagógicas innovadoras motivando a todos los estudiantes sin importar su condición física, social e intelectual.

Las herramientas pueden ser instrumentos físicos o virtuales que tienen potencial para mejorar la comprensión matemática. Una tarea basada en herramientas es vista como un diseño del profesor con el objetivo de que los estudiantes impulsen un entorno interactivo basado en herramientas donde profesores, estudiantes y recursos se enriquezcan entre ellos para promover experiencias matemáticas (Watson y Minoru, 2015).

Torres (2013) involucró el uso de materiales en relieve para la enseñanza de la función lineal a una estudiante ciega, pues debido al estímulo que estos generan en el sistema háptico se

puede establecer una mayor comprensión de la matemática que se desea enseñar. Por lo que a continuación se presentan algunos de los materiales que el profesor puede implementar para la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con discapacidad visual.

2.4 Materiales didácticos con los que cuenta un docente en el área de matemáticas

Los materiales didácticos son materiales de apoyo para el profesor, los cuales motivan y facilitan el aprendizaje de todos los estudiantes. En el caso de estudiantes con discapacidad visual, el profesor tiene la tarea de adaptarlos de acuerdo con las necesidades del estudiante.

Para Morales (2012), los recursos didácticos son materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje, además, estos materiales pueden ser tanto físicos como virtuales adecuándose a las necesidades de cada estudiante.

Un material didáctico, según Guerrero et. al (2009), son aquellos elementos que los docentes emplean para facilitar y conducir el aprendizaje de los estudiantes, estos materiales pueden ser libros, fotos, videos, software, etc. Esto implica que un material didáctico no es necesariamente algo diseñado para la enseñanza, si no que el docente le da la intención de enseñar.

Para González (2010), un material didáctico es todo objeto, juego, medio técnico, etc., que sea capaz de ayudar al estudiante a un fácil aprendizaje.

Existen dos tipos de materiales didácticos; los estructurados y los no estructurados. Primeramente, los materiales didácticos estructurados son aquellos que fueron creados con fines educativos, como por ejemplo los bloques lógicos, libros, ábacos, fichas de trabajo, etc. En cambio, los no estructurados son materiales que no han sido pensados para educar pero que ofrecen grandes posibilidades al estudiante para explorar y aprender, por ejemplo, cajas, corchos, pinceles, monedas, etc.

Un material didáctico es el conjunto de medios de apoyo para promover el aprendizaje significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Además, un profesor puede acceder a materiales didácticos tanto físicos como virtuales para enseñar matemáticas.

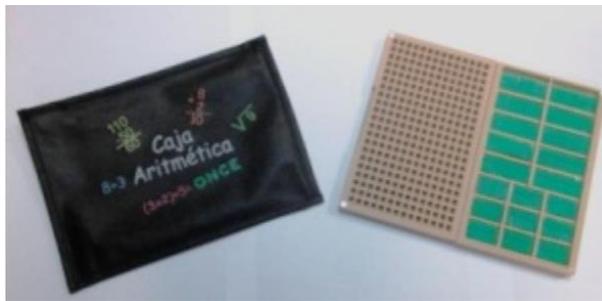
A continuación, se presentan algunos de los materiales didácticos físicos para la enseñanza de las matemáticas para estudiantes con y sin discapacidad visual.

Caja aritmética

Este material es útil para representar operaciones aritméticas en escritura Braille, una de las características de este material es que es práctico por su tamaño, su único inconveniente es que contiene varios bloques pequeños. Es una caja de madera, dividida en dos partes. Uno de sus lados es una retícula en la que se colocan prismas rectangulares, que en su parte superior tienen su valor, es decir, si es número o signo matemático, en relieve. En el otro lado se acumulan los prismas ordenados para representar alguna operación (ver Figura 2).

Figura 2

Caja aritmética.



(Fuente: ONCE, 2019)

Calculadora parlante

Permite realizar las funciones matemáticas elementales, incluidos porcentajes. Es ideal para estudiantes con discapacidad y deficiencia visuales, ya que es una calculadora científica, financiera y estadística con voz en español. Emite respuesta oral sobre todas las pulsaciones del teclado y permite oír el contenido de la visualización en cualquier momento (ver Figura 3).

Figura 3

Calculadora parlante.



(Fuente: Trujillo, 2010)

Geoplano

El geoplano es un material didáctico que ayuda a la enseñanza de conceptos de geometría plana, es una herramienta concreta que permite a los estudiantes obtener una mayor comprensión de diversos términos de esta materia. Es un material manipulativo de madera o plástico, en el cual los estudiantes pueden construir formas geométricas, descubrir propiedades de los polígonos, aprender áreas, etc. Existen tres tipos de Geoplano: ortométricos, isométricos y circulares (ver Figura 4).

Figura 4

Geoplano.



(Fuente: González y Canchón, 2018)

Ábaco Cranmer

El ábaco Cranmer es un instrumento que se ha modificado con el paso del tiempo para que estuviera al alcance de personas invidentes. Algunas de sus razones de uso son: rapidez, exactitud y portabilidad. Para adaptar este ábaco se utilizó una almohadilla que mantiene firmes las cuentas, para que así el estudiante invidente pueda tocar las piezas sin que estas se muevan constantemente. Además, es un medio para la resolución de problemas aritméticos. Algunos temas son: lectura,

escritura y análisis de cantidades, realización de operaciones con números naturales, divisibilidad, razones y proporciones, etc. (ver Figura 5).

(Fuente: García y Celia, 2012)

Figura 5

Ábaco Cranmer.



Cubarín algebraico

Es un material didáctico propuesto para la enseñanza de aspectos algebraicos. Este material fue diseñado para apoyar a los estudiantes con discapacidad visual en procedimientos algebraicos que conllevan el uso de operaciones con polinomios. El cubarín consta de 270 bloques pequeños que indican el símbolo matemático en escritura Braille, además incluye una base con 12 renglones para insertar los bloques y realizar operaciones (ver Figura 6). Los bloques azules representan los dígitos $1, 2, \dots, 9, 0$ en escritura Braille y también representan los parámetros a, b, \dots, j . El bloque morado significa el símbolo “#” y cuando antecede a un bloque azul significa número. También hay un bloque plateado con el signo “+” y un bloque dorado con el signo “-”, entre otros (ver Figura 6).

Figura 6

Cubarín algebraico.



(Fuente: Escalante, 2020)

Además, los materiales didácticos no son los únicos con los que se puede apoyar el docente de matemáticas, en la actualidad se pueden encontrar una infinidad de recursos virtuales a los que puede acceder el profesor, tales son como los video materiales, artículos de investigación, así como también, aplicaciones que pueden utilizar los estudiantes para resolver operaciones aritméticas, ecuaciones de primer y segundo grado, hasta reconocer figuras geométricas. Sin embargo, la mayoría de los docentes o instituciones desconocen este tipo de recursos, por lo que esta investigación trata de llenar este hueco.

CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe el tipo de metodología empleada en la investigación, así como también el método que se realizó y la fase de investigación realizada.

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación que orienta este proyecto es de carácter cualitativo, ya que su principal fin es comprender los fenómenos inherentes a los procesos que constituyen los fenómenos educativos (Svensson y Doumas, 2013).

Además, la investigación cualitativa, permite recolectar los datos de una investigación a partir de descripciones y observaciones, sin requerir del uso de datos numéricos. De igual forma, se centra en la indagación de los hechos, su diseño es flexible, por lo que, el investigador no descubre, sino que construye el conocimiento, sin mencionar que el enfoque cualitativo es recomendable cuando el tema del estudio ha sido poco explorado (Balcázar et. al, 2006).

3.2 Método

En este trabajo de investigación se implementó un análisis de contenido, con un enfoque cualitativo, cuyo propósito es representar la información de un documento de forma sintética, estructurada y analítica (Abela, 2002). Es decir, la información de un documento se estudia, se interpreta y se sintetiza para transformarla en un nuevo documento de más fácil acceso, en este caso, para los profesores de matemáticas.

En este sentido, la presente investigación, a través de un proceso analítico-sintético explora documentos relacionados con recursos didácticos, materiales físicos y virtuales con los que cuenta un profesor para enseñar matemáticas a estudiantes con discapacidad visual.

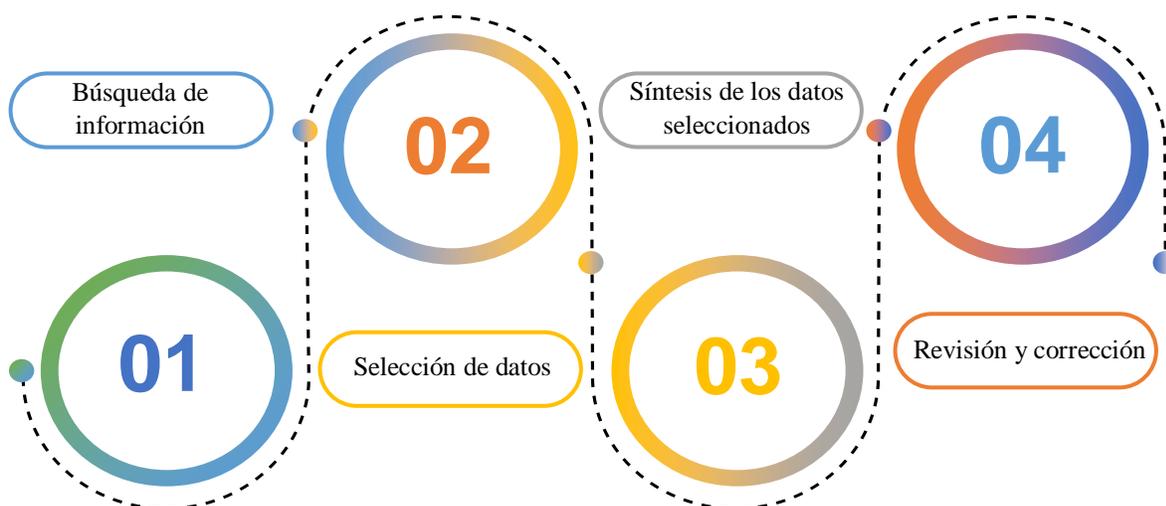
Se realizó una recopilación de información publicada en distintos medios, como lo son los artículos de investigación publicados en cierto lapso, y publicaciones realizadas por distintas organizaciones. Se utilizaron palabras clave tales: “discapacidad visual”, “formación continua en México”, “materiales didácticos en matemáticas”, “escuelas normales en México”, “material digital para enseñar matemáticas”, “inclusión educativa” y “formación de los docentes mexicanos”.

3.2.1 Procedimiento

Las fases del análisis del contenido realizados se muestran en la Figura 7.

Figura 7

Fase de la investigación.



(Fuente: elaboración propia)

Búsqueda de la información: Se realizó la búsqueda de artículos comprendidos entre 2015-2020, materiales didácticos (físicos y virtuales) relacionados con la atención a la diversidad en el área de matemáticas, así como también recursos didácticos para el profesor de matemáticas en la base de datos de Google Académico, se utilizaron también tesis de investigación.

Selección de datos: Para seleccionar los artículos se consideró que debían tener un enfoque centrado en la formación del docente y el proceso de inclusión educativa en el área de matemáticas, además, que se relacionaran con la problemática planteada en este trabajo de investigación.

Síntesis de los datos seleccionados: Una vez seleccionada la información pertinente se procedió a la elaboración de una base de datos de los recursos didácticos, la cual se concentró en un archivo Excel, dividiéndolo en seis categorías: “Cursos que ofertan las escuelas Normales en México”, “Formación continua en México”, “Materiales didácticos físicos”, “Materiales didácticos digitales”, “Video material dirigido a profesores” y finalmente, “Artículos de investigación que contribuyen a la formación del docente”.

Revisión y corrección: Se realizaron diversos análisis a la información recopilada y se realizaron las correcciones y observaciones necesarias.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se presentan los resultados y el análisis de la información obtenida mediante el análisis de contenido realizada, a continuación, se mostrarán algunos de los recursos didácticos, así como el uso de tres materiales manipulativos con los que puede apoyarse el profesor para enseñar matemáticas a estudiantes con discapacidad visual.

4.1 Video-materiales dirigidos a profesores de matemáticas

Se realizó una búsqueda de los distintos recursos con los que cuenta el profesor de matemáticas para atender la problemática antes mencionada, para ello, se analizaron 26 video-materiales, que les brindan una gran cantidad de información, los cuales fueron categorizados en cuatro: video-materiales que utilizan o diseñan un software, video-materiales donde se diseña o implementa un material concreto, sugerencias para el profesor y completar su formación, y otros. De acuerdo con el análisis realizado, se pudo observar que, del total de video-materiales, el 42.31% pertenecían a la segunda categoría, mientras que el 50% pertenecían a la tercera categoría y solamente el 7.69% pertenecían a la cuarta categoría, cabe mencionar que no se encontró alguno para la primera categoría. La Tabla 3 muestra algunos ejemplos de estos video-materiales y las categorías a las que pertenecen. Se puede consultar en el Anexo A la tabla completa.

Tabla 3

Videos-materiales que están al alcance del profesor de matemáticas.

Clasificación	Referencia	Reseña
Diseña o utiliza material concreto	Televisión Pública. (2015, diciembre 8). <i>Visión 7 – Matemáticas para tocar</i> [video]. https://youtu.be/LqJ-Y-x7rbw	Investigadores desarrollan un juego didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de formas geométricas y funciones en estudiantes con discapacidad visual. El cual lleva por nombre JUDITH.
Sugerencias para el profesor	Ministerio de Educación Gobierno de Chile. (2020, junio 19). <i>Acompañamiento y estrategias para estudiantes ciegos durante la pandemia</i> [video]. https://youtu.be/2liZ1EUFuqo	Videoconferencia que se realizó para hablar sobre la enseñanza que se les imparte a los estudiantes con discapacidad visual. De igual forma hablan de nuevas estrategias que se tuvieron que tomar en cuenta en esta nueva modalidad de clases en línea, algunos

expositores afirman que es un gran reto llevar esto a cabo.

Otros

Sienna Flores. (2021, abril 18).
*Evaluación de geometría y
razonamiento matemático para niños
ciegos* [video].
<https://youtu.be/gYb2jm-SWMM>

Estudiante comparte una evaluación de matemáticas que realizó con la finalidad de que llegara a profesores y a más alumnos con discapacidad visual, para que tomaran en cuenta las técnicas que ella utilizó para realizar dicha evaluación.

Nota: En el Anexo A, se puede encontrar el listado completo de 26 video-materiales dirigidos a profesores.

Parte del análisis realizado mostró que del total de los videos-materiales que pertenecen a la clasificación *diseñan o utilizan un material concreto* implementaron más el ábaco Cranmer que el ábaco japonés o Soroban para realizar operaciones aritméticas, es decir, el 63.64% de ellos (7 de los 11 videos-materiales). Cabe mencionar que el ábaco Cranmer es una modificación del ábaco Soroban y una de sus principales ventajas, es que cuenta con un soporte en la parte trasera la cual ayuda a que las cuentas no puedan deslizarse cuando el estudiante con discapacidad visual está operando con ejes vecinos, ni tampoco si llegan a mover el ábaco.

Algunos ejemplos de lo antes mencionado son los siguientes, Doovider (2016), en el cual hacen uso del ábaco Soroban para representar cifras numéricas. Los siguientes video-materiales hacen uso del ábaco Cranmer para realizar operaciones aritméticas, A ojos cerrados, pero con mucho corazón (2020a), A ojos cerrados, pero con mucho corazón (2020b), Natalia Olarte (2021), Vázquez, H. L (2022), esto se debe a que el ábaco Cranmer al ser de un tamaño pequeño es más fácil de manipular y de llevar a cualquier lado.

Además, una de las desventajas primordiales que se ha identificado es que el ábaco Cranmer llega a ser costoso, lo cual es uno de los principales factores por lo que los profesores no lo implementan en el aula de clases. Con base en este problema, Rodríguez (2020) muestra el procedimiento para realizar este ábaco con materiales de bajo costo y fáciles de conseguir, el cual se muestra en el Anexo D.

4.2 Artículos de investigación dirigidos a la inclusión educativa

Otro recurso que tienen los profesores para atender la problemática de enseñanza a estudiantes con discapacidad visual en el aula de matemáticas son los artículos de investigación. En este caso se analizaron 34 artículos que al igual que el recurso anterior fueron clasificados en cuatro categorías y en la Tabla 4 se muestra una pequeña parte del listado de estos (se puede consultar la tabla completa en el Anexo B). Por otra parte, se observa que, del total de artículos analizados, solo el 17.65% pertenecían a la primera categoría, mientras que el 32.35% pertenecían a la segunda categoría, a la tercera categoría de *sugerencias para el profesor* pertenecía el 38.24% y finalmente el 11.76% quedó en *otros*.

Tabla 4

Artículos de investigación dirigidos a la inclusión educativa.

Clasificación	No	Referencia	Resumen
Diseña o utiliza software	1	Energici, I, J. (2014). <i>Construcción de un juego educativo para el aprendizaje de matemáticas en niños con discapacidades visuales</i> . [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio institucional. http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116208/cf-energici_is.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Este trabajo de investigación fue realizado en una universidad de Chile por un estudiante de Ingeniería Civil en Computación en el cual desarrolló un material didáctico para alumnos con discapacidad visual que estudian el nivel básico, el cual les ayudará a facilitar la resolución de problemas matemáticos. El juego se trata de recorrer ciertos caminos en una isla que pasa por diferentes escenas o situaciones que se traducen en problemas matemáticos.
Diseña o utiliza material concreto	2	Correa, Y. P. y Pulido, E. J. (2013). Adaptación e implementación de recursos didácticos para la enseñanza de ecuaciones de primer y segundo grado a niños con discapacidad visual en el aula inclusiva. <i>Revista científica</i> , octubre, 568-572.	El objetivo principal de este artículo es la adaptación de los materiales didácticos que se conocen para ayudar a la enseñanza de las personas con discapacidad visual, ya que realizar procedimientos matemáticos es una gran dificultad para ellos, por lo que realizaron la adaptación de un material para tratar con los temas de ecuaciones de primer y segundo grado logrando que la mayoría de los estudiantes pudiera reconocer y diferenciar estas dos ecuaciones.

Sugerencias para el profesor	3	López, A. B. (2014, 14-16 de mayo). Expresiones matemáticas: un problema de accesibilidad. In <i>V Congreso Internacional sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR)</i> , Antigua Guatemala.	En este artículo se presentan los resultados obtenidos de los cursos "Creación de materiales educativos digitales accesibles" y "Didáctica de la Matemática accesible". Se presentan algunos problemas que se tienen al utilizar ciertos paquetes computacionales para representar las expresiones matemáticas para los estudiantes con dificultad visual.
Otros	4	Suárez, I. M., Acevedo, M. y Huertas, C. (2009). Etnomatemática, Educación Matemática e Innovación. <i>Revista latinoamericana de etnomatemática</i> , 2(2). 18-51.	En este artículo se describe una indagación a la matemática que emerge en actividades cotidianas de personas con discapacidad visual. Se lleva a cabo a partir de observaciones, encuestas, prácticas, entre otras actividades cotidianas.

Nota: En el Anexo B, se puede encontrar el listado completo de los 34 artículos que se analizaron.

Al realizar el análisis de estos artículos de investigación dirigidos a una educación inclusiva, se pudo observar que no se encuentra mucha literatura donde se trabajen todas las operaciones aritméticas, es decir, la suma, resta, división y multiplicación. Los casos más frecuentes son el de la suma y resta, pero para el caso de la multiplicación y división son muy escasos.

Un dato importante que se encontró en el análisis realizado es que la mayoría de los artículos de investigación están dirigidos a una enseñanza a estudiantes jóvenes, sin embargo, nos llamó la atención uno de ellos que está dirigido a la enseñanza a resolución de problemas aditivos en población adulta (Castañeda, 2019), cabe mencionar que este artículo pertenece a la clasificación de los que diseñan o utilizan material concreto.

En dicho artículo tomaron a seis estudiantes con distintos tipos de discapacidad visual, que varían de un rango de los 30 a 50 años. El trabajo de apoyo que se realizó constó de 20 semanas y se dividió en tres secciones, las cuales consistían en el conocimiento y utilización de ábaco, teoría de problemas de tipo aditivo y finalmente la resolución de problemas aditivos. En la sección tres, la prueba final aplicada consistió en 15 tareas de cinco tipos: cambio, combinación, comparación,

igualación y relacional, donde se observó que los participantes lograron responder correctamente utilizando diferentes estrategias para contestar lo que se les solicitaba.

A continuación, se muestran algunas de las tareas que formaban parte de la tarea final (ver Figura 8).

Figura 8

Tarea de problemas aditivos a población adulta

Tareas	Incógnita	Ejemplo
Cambio 1	Comienzo	Al principio Enrique tenía algunos coches. Eva le da 6. Ahora Enrique tiene 9. ¿Cuántos tenía al principio?
Cambio 2	Cambio	Santi tiene 5 pegatinas. Su madre le regala algunas. Ahora tiene 8. ¿Cuántas pegatinas le ha regalado su madre?
Cambio 3	Resultado	Juan tenía 4 caramelos. Se ha comprado 11. ¿Cuántos caramelos tiene Juan ahora?
Combinación 1	Parte	Ana tiene algunas fotos. Su hermana tiene 6. Entre los dos tienen 14. ¿Cuántas fotos tiene Ana?
Combinación 2	Parte	Francisco tiene 7 cuentos. Eduardo tiene algunos cuentos. Entre los dos tienen 12 cuentos. ¿Cuántos tiene Eduardo?
Combinación 3	Conjunto total	Juan tiene 13 canicas. Roberto tiene 2. ¿Cuántas canicas tiene Eduardo?
Comparación 1	Referente	Luis tiene 8 lápices. Tiene 3 más que Carmen. ¿Cuántos tiene Carmen?
Comparación 2	Diferencia	Miguel tiene 13 soldados. Alberto tiene 5. ¿Cuántos soldados tiene Miguel más que Alberto?
Comparación 3	Comparación	Manuel tiene 3 globos. Jaime tiene 12 globos más que Manuel. ¿Cuántos globos tiene Jaime?
Igualación 1	Igualar conjunto desconocido	Marta tiene 13 globos. Si a Pepe de diesen 5 globos tendrá los mismos que Marta. ¿Cuántos globos tiene Pepe?
Igualación 2	Igualación desconocida	Hay 4 niños y 6 niñas en un equipo de baloncesto. ¿Cuántas niñas deberían añadirse al equipo para tener el mismo número de niñas que de niños?

(Fuente: Castañeda, 2019)

4.3 Materiales digitales para la enseñanza de las matemáticas

Los profesores de matemáticas tienen a su alcance una gran cantidad de materiales digitales con los cuales pueden apoyarse en el aula de clases para impartir ciertos temas a los estudiantes con o sin discapacidad visual.

Al realizar el análisis se pudo categorizar de dos formas, *materiales para nivel básico* y *materiales para nivel medio superior*. En la Tabla 5 se muestran algunos materiales que pueden ser usados en el nivel Básico y en la Tabla 6 materiales que pueden ser utilizados en el nivel Medio Superior. Además, se pudo observar que la mayoría de los materiales digitales son solo usados para el nivel básico (85%), mientras que en el nivel medio superior son muy escasos.

Tabla 5

Materiales digitales para la enseñanza de las matemáticas en nivel Básico.

Nombre del material	Reseña	Accesible para estudiantes con:	Enlace de aplicación	URL
1, 2, 3 Dominó	Consiste en un dominó con fichas en forma de triángulos las cuales hay que unir por color y detalles pequeños. Está organizado por niveles que va subiendo progresivamente la dificultad.	Baja visión	https://itunes.apple.com/us/app/free-dominos-puzzles-app-for-kids-toddlers-babies-kid/id426899768?mt=8	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
Mathemagics	Aplicación para el aprendizaje de estrategias para realizar cálculos matemáticos. Totalmente accesible con voiceover.	Baja visión y ceguera	https://itunes.apple.com/us/app/mathemagics-mental-mathtricks/id306586847?mt=8	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles

El rey de las matemáticas	Juego de matemáticas donde vas subiendo de nivel a tu personaje conforme vas resolviendo pruebas. Partes de granjero y puedes llegar a rey.	Baja visión y ceguera	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.oddrobo.kom&hl=es	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
---------------------------	---	-----------------------	---	---

Nota: En el Anexo C, se encuentra el listado completo de los 17 materiales digitales para nivel básico.

Tabla 6

Materiales digitales para la enseñanza de las matemáticas en nivel Medio Superior.

Nombre del material	Reseña	Accesible para estudiantes con:	Enlace de aplicación	URL
La granja de Theo y Seth	El objetivo de este Software es ayudar al aprendizaje de la teoría de conjuntos en alumnos con discapacidad visual por medio de audios.	Baja visión y ceguera	-	https://docplayer.es/19759259-La-granja-de-theo-y-seth-aprendizaje-de-las-matematicas-en-niños-con-discapacidad-visual-a-traves-de-audio.html
Talking scientific calculator	Calculadora científica, totalmente accesible con sistema de voz.	Baja visión y ceguera	https://itunes.apple.com/es/app/talking-scientificcalculator/id411433609?mt=8	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
Yhomework -Math solver	Realiza y resuelve por pasos operaciones aritméticas, algebraicas, simplificación, ecuaciones de primer y segundo grado y sistemas de ecuaciones con dos incógnitas	Baja visión y ceguera	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MathUnderground.MathSolver	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles

Nota: En el último URL se pueden encontrar una gran variedad de aplicaciones accesibles de todos los campos del conocimiento y para todos los niveles.

4.4 Análisis de los tópicos tratados en los recursos

Además de realizar el análisis de contenido para poder clasificar los recursos antes mencionados, fue de gran ayuda para observar los tópicos matemáticos que más se abordan para estudiantes con discapacidad visual, teniendo como resultado que, del total de recursos, el 56.67% no abordan algún tópico específico y solo el 43.33% si lo hacen.

Los tópicos encontrados en dichos recursos son: álgebra, aritmética, geometría y trigonometría, dicho en porcentajes, tenemos que del total de los recursos que abordan algún tópico matemático el 17.87% está relacionado con álgebra, el 57.14% con aritmética, mientras que el 21.43% con geometría, más específicamente con la identificación de formas geométricas y solo el 3.57% con trigonometría. Dando a si a demostrar los escasos recursos didácticos donde se abordan tópicos matemáticos que se estudian tanto en nivel básico como en el nivel medio superior, ya que, están muy limitados.

4.5 Uso del ábaco Cranmer

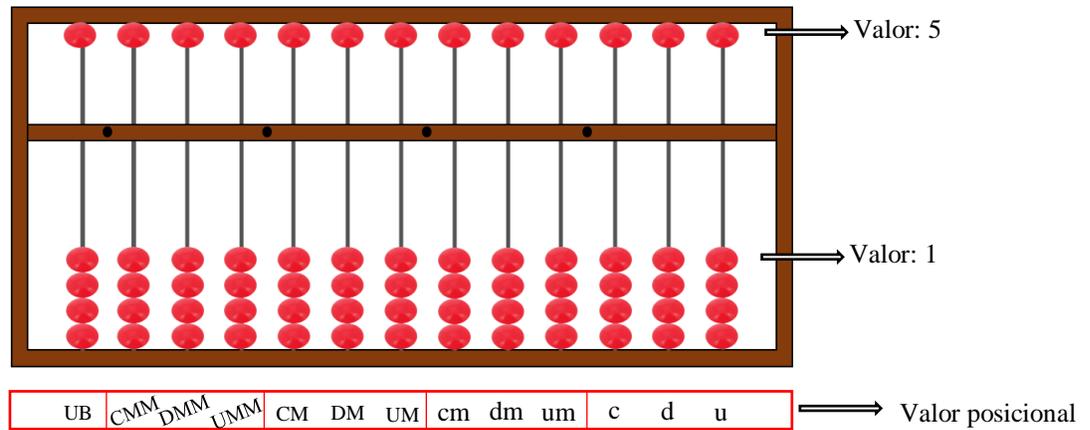
Dada la importancia del ábaco Cranmer en el análisis de contenido realizado, se profundizó en cómo se aborda la enseñanza de diversos tópicos de las matemáticas con este instrumento o recurso didáctico a estudiantes con discapacidad visual. En esta sección se presentan los resultados de dicho análisis.

El ábaco Cranmer puede ser implementado tanto en nivel básico como en el nivel medio superior. En el caso del nivel básico el profesor de matemáticas puede implementarlo para la resolución de operaciones aritméticas tales como: suma, resta, división y multiplicación.

Para la formación de un número en el ábaco Cranmer se debe considerar, que cada cuenta de la parte inferior tiene el valor de 1, y los de la parte superior tienen un valor de 5, considerando que las barras representan el valor posicional del número (unidad, decena, centena, unidad de millar, etc.), de derecha a izquierda, respectivamente (ver Figura 9).

Figura 9

Representación del ábaco Cranmer.

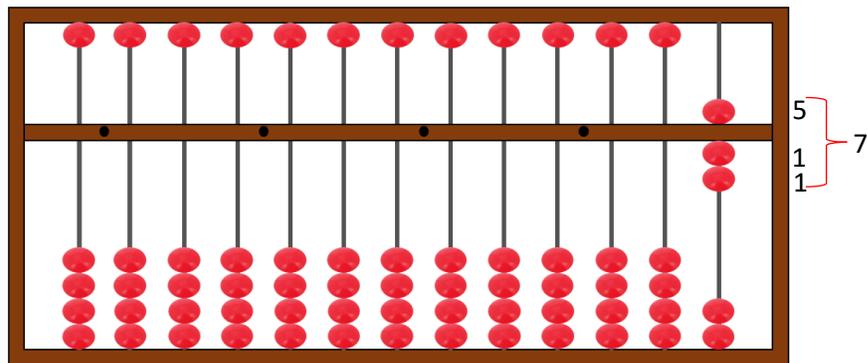


(Fuente: elaboración propia)

Por lo tanto, para representar el número 7 en el ábaco Cranmer, se tiene que mover la cuenta con valor 5 de la primera columna, hacia la parte de abajo, posteriormente mover dos cuentas valor 1 hacia arriba, como se muestra en la siguiente Figura 10.

Figura 10

Formación de un número en el ábaco Cranmer.



(Fuente: elaboración propia)

4.5.1 Suma

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se realiza una suma utilizando el ábaco Cranmer.

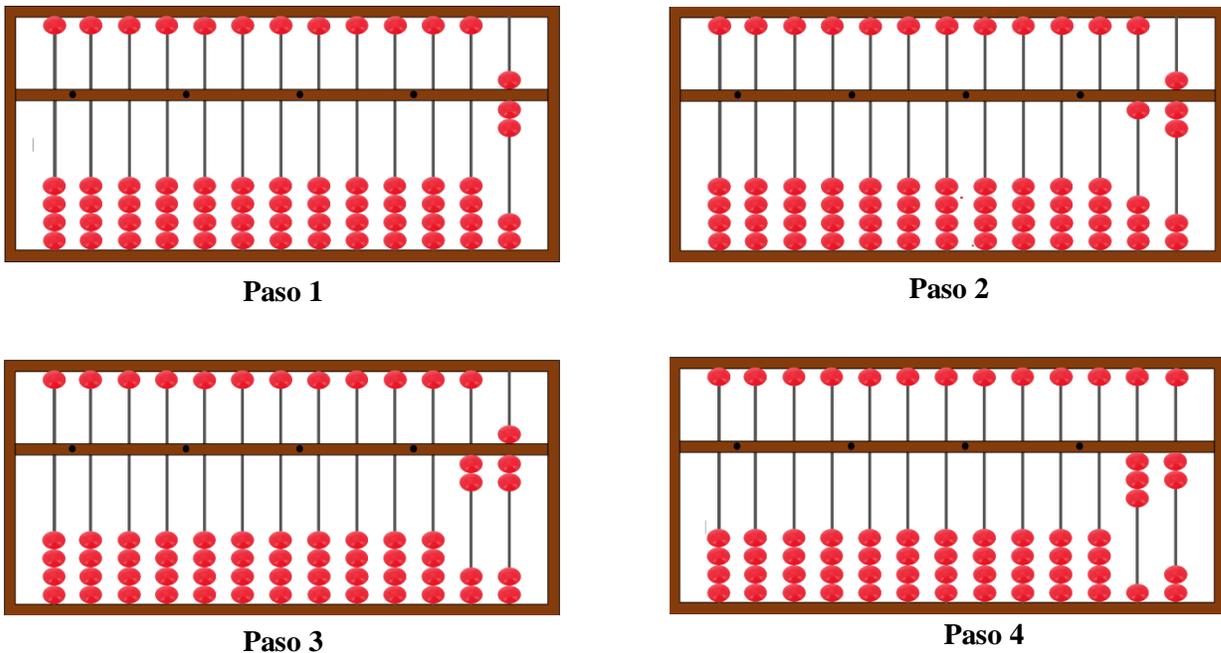
Ejemplo: $17 + 15 = 32$

Pasos para realizar una suma en el ábaco Cranmer (ver Figura 11):

- Primeramente, se deben identificar las columnas que se utilizarán para representar el número 17, es decir, la columna de las unidades y decenas, una vez hecho esto procedemos a colocar la primera cifra que es el 7. Con el dedo pulgar subir dos cuentas de valor 1 y con el dedo índice bajar una cuenta de valor 5.
- Para colocar los 10 faltantes, en la columna izquierda se sube una cuenta, con esto ya se tiene en el ábaco el número 17.
- Ahora para realizar una suma en el ábaco Cranmer, esta se realiza de forma contraria al procedimiento de suma que usualmente se conoce, es decir, la suma se realiza de izquierda a derecha, teniendo esto en cuenta procedemos a sumar el número 1 en la columna de las decenas, entonces con el dedo pulgar se sube una cuenta de valor 10.
- Finalmente se suma la cifra faltante que es 5 en las unidades, como se puede observar no se puede sumar directamente por lo que recurrimos a una sencilla regla la cual es: para sumar 5, quitar 5 y poner 1 en la izquierda. Con esto tenemos que el resultado de la suma es 32.

Figura 11

Proceso de realización de la suma en el ábaco Cranmer.



(Fuente: elaboración propia)

4.5.2 Resta

La resta y la suma son similares, ya que de igual forma se realizan de izquierda a derecha, a continuación, se muestra un ejemplo para realizar una resta.

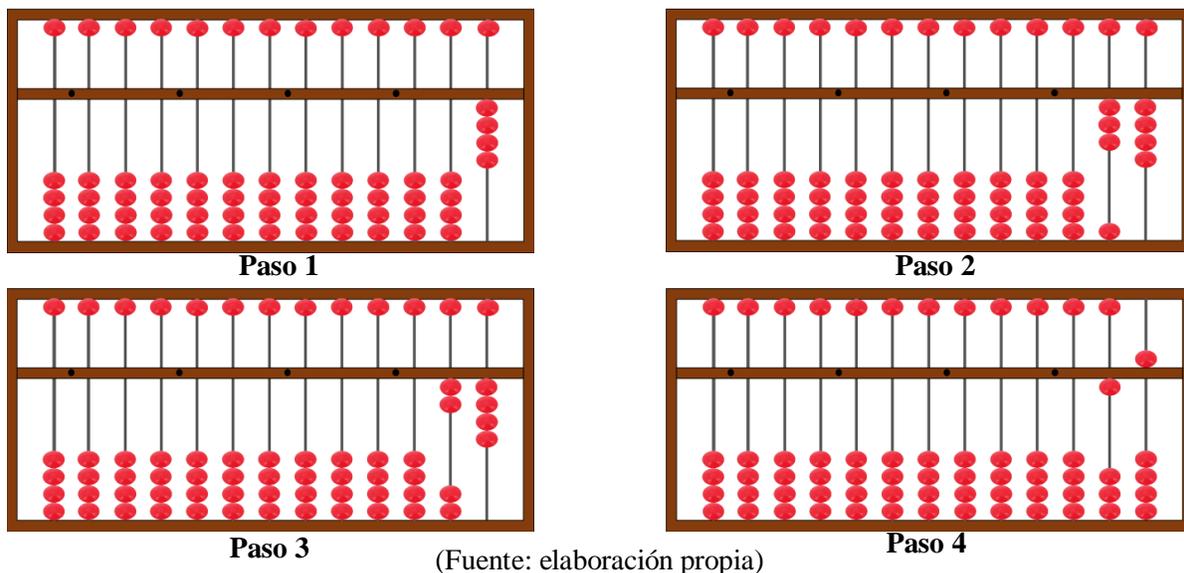
Ejemplo: $34 - 19 = 15$

Pasos para realizar una resta en el ábaco Cranmer (ver Figura 12):

- Al igual que la suma, se comienza colocando el primer término de la suma en el ábaco, en este caso, con el dedo pulgar se suben 4 cuentas de valor 1 en las unidades para representar el 4.
- Posteriormente se suben 3 cuentas en la columna de las decenas para representar el número 30.
- Para realizar la resta, comenzamos restando el 1 al 3 en las decenas, en este caso la resta es directa, teniendo como resultado 2, bajando una cuenta.
- Finalmente se tiene que restar el 9 en la columna de las unidades, como se puede observar esta resta no se puede hacer de forma directa por lo que se ocupa la regla de: para restar 9, quitar 1 de la izquierda y poner uno en las unidades, como hay cuatro entonces quedaría en 5, es decir, poner la cuenta con valor 5 y quitar las 4 cuentas de valor 1 en las unidades. Por lo que el resultado obtenido de la resta es 15.

Figura 12

Proceso de realización de la resta en el ábaco Cranmer.



4.5.3 Multiplicación

En el caso de la multiplicación, los números a multiplicar no se acomodan de la misma manera que en la suma y la resta, en este caso el primer factor se colocará en las primeras columnas del ábaco (lado izquierdo), posteriormente se dejan unas columnas vacías para colocar el segundo factor de la multiplicación y finalmente el producto se va a colocar en las últimas columnas del ábaco (lado derecho), respetando el valor posicional (unidades, decenas, centenas, etc.). A continuación, se muestra un ejemplo de multiplicación en el ábaco Cranmer.

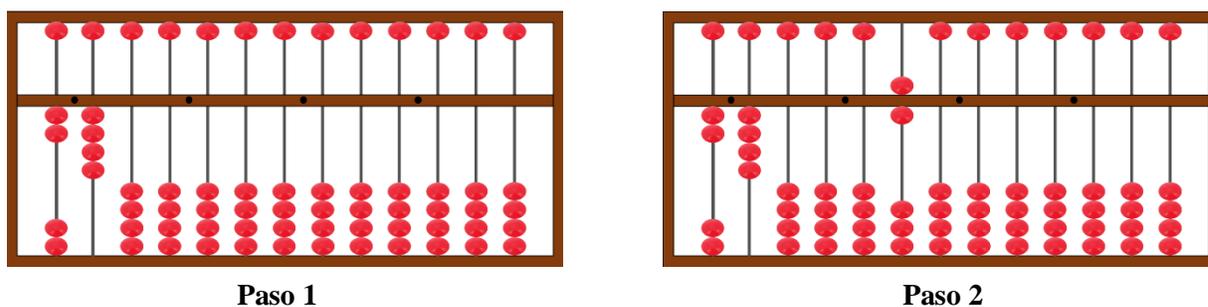
Ejemplo: $24 \times 6 = 144$

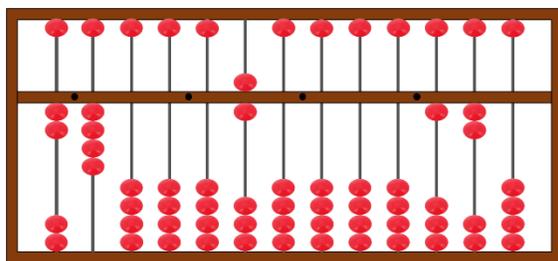
Pasos para realizar una multiplicación en el ábaco Cranmer (ver Figura 13):

- En este caso se coloca el 24 en las primeras dos columnas del lado izquierdo del ábaco.
- Después del 24 dejamos al menos tres columnas vacías para poder colocar el número 6.
- Para realizar la multiplicación se multiplicará primero el 2 del 24 por el 6 ($6 \times 2 = 12$), el resultado de esta multiplicación se colocará en las últimas columnas del ábaco dejando la columna de las unidades en blanco, ya que la primera cifra de la multiplicación es de 2 dígitos, es decir, el 1 se colocará en la columna de las centenas y el 2 en la columna de las decenas.
- Finalmente se multiplica el 4 del 24 por el 6 ($6 \times 4 = 24$), el resultado se agregará al resultado obtenido de la multiplicación anterior, solo que en este caso se recorrerá una columna a la derecha, es decir, el 2 se sumará a lo que ya se tiene en la columna de las decenas y el 4 se agregará en la columna de las unidades, así obteniendo como resultado 144.

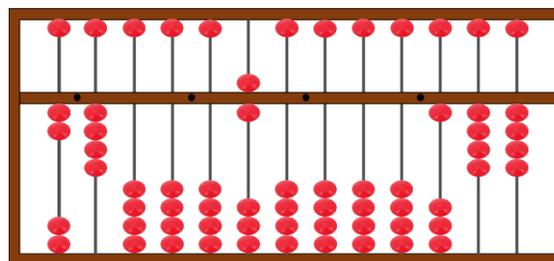
Figura 13

Proceso de realización de la multiplicación en el ábaco.





Paso 3



Paso 4

(Fuente: elaboración propia)

4.5.4 División

En la división el divisor se colocará en las primeras columnas del lado izquierdo del ábaco y el dividendo en las últimas columnas del lado derecho, respetando el valor posicional y el cociente se colocará en el centro del ábaco.

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se realiza una división utilizando el ábaco.

Ejemplo: $426/3 = 142$

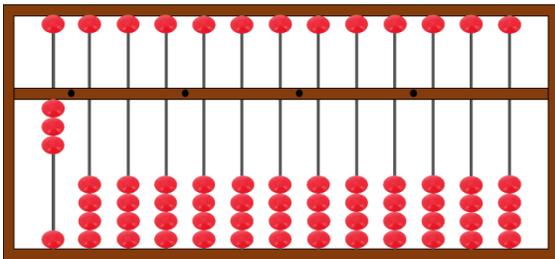
Pasos para realizar una división en el ábaco Cranmer (ver Figura 14):

- El divisor 3 se colocará en la parte izquierda del ábaco.
- El dividendo 426 se colocará en las últimas columnas del lado derecho del ábaco.
- Para comenzar la división, primero se va a dividir el 4 de 426 entre 3, dando como resultado 1, el cual se colocará en la parte central del ábaco.
- El 1 que se obtuvo anteriormente se multiplicará por el 3 y el resultado se lo restaremos al 4 del 426, que da como resultado 1 y por lo que ahora tendremos 126 en la parte derecha del ábaco.
- Ahora continuando con la división, se dividirá el 12 del 126 entre 3, dando como resultado 4, por lo que este resultado se colocará a la derecha del 1 que está en el centro del ábaco.
- El 4 que se obtuvo anteriormente se multiplicará por 3 ($4 \times 3 = 12$) y el resultado se le restará al 12 del 126, por lo que desaparece y solo queda el 6.
- Posteriormente dividimos 6 entre 3, teniendo como resultado 2, el cual se colocará en el centro del ábaco a la derecha del resto de los cocientes obtenidos.

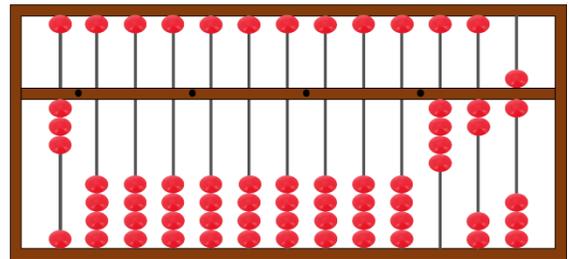
- Finalmente, el 2 se multiplicará por 3 ($3 \times 2 = 6$) y se le restará al 6, el cual desaparecerá automáticamente, por lo que el cociente final de la multiplicación será 142, con residuo cero.

Figura 14

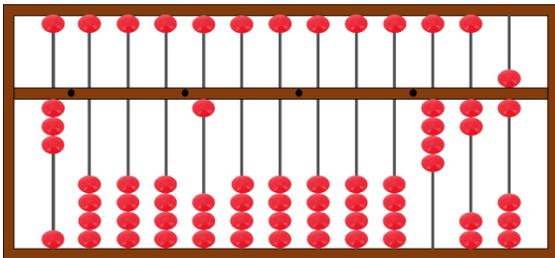
Proceso de realización de una división en el ábaco



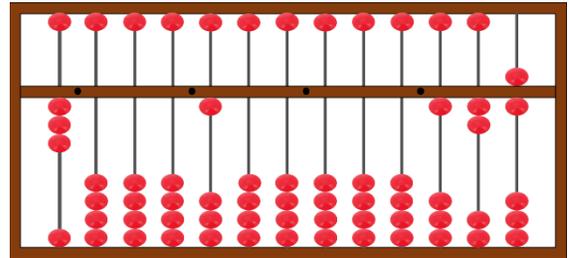
Paso 1



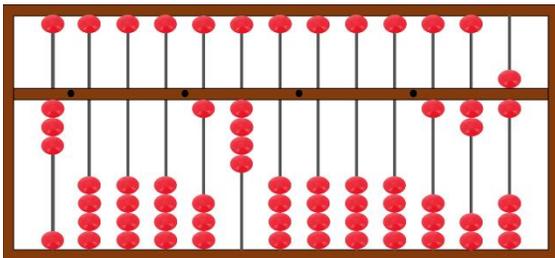
Paso 2



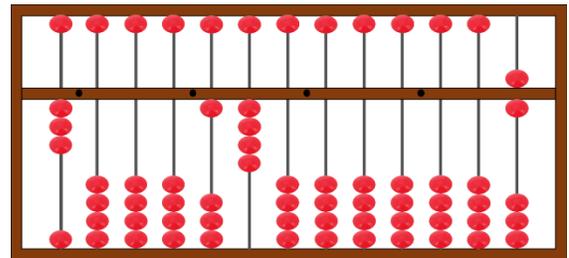
Paso 3



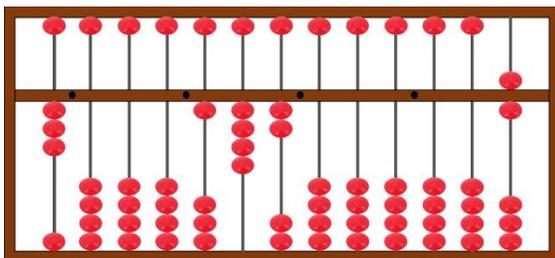
Paso 4



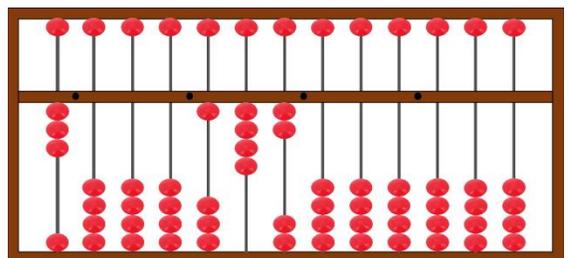
Paso 5



Paso 6



Paso 7



Paso 8

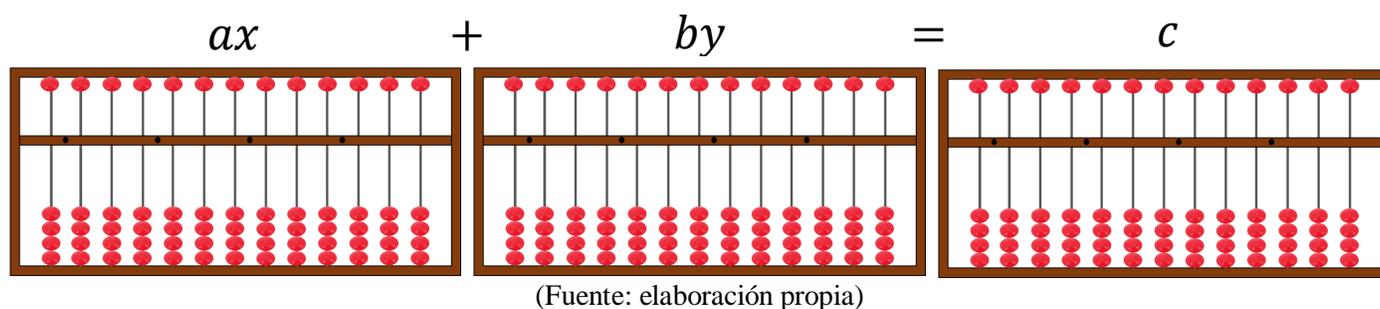
(Fuente: elaboración propia)

4.5.5 Resolución de ecuaciones lineales

El ábaco Cranmer además de ser utilizado para resolver operaciones aritméticas como las que anteriormente se mostraron, también se puede utilizar para resolver ecuaciones lineales, para ello se hace uso de tres ábacos, tales que representen una ecuación de la forma: $ax + b = c$ (ver Figura 15), donde a, b y c son enteros positivos y la solución también.

Figura 15

Representación de una ecuación lineal en el ábaco Cranmer.



Ejemplo:

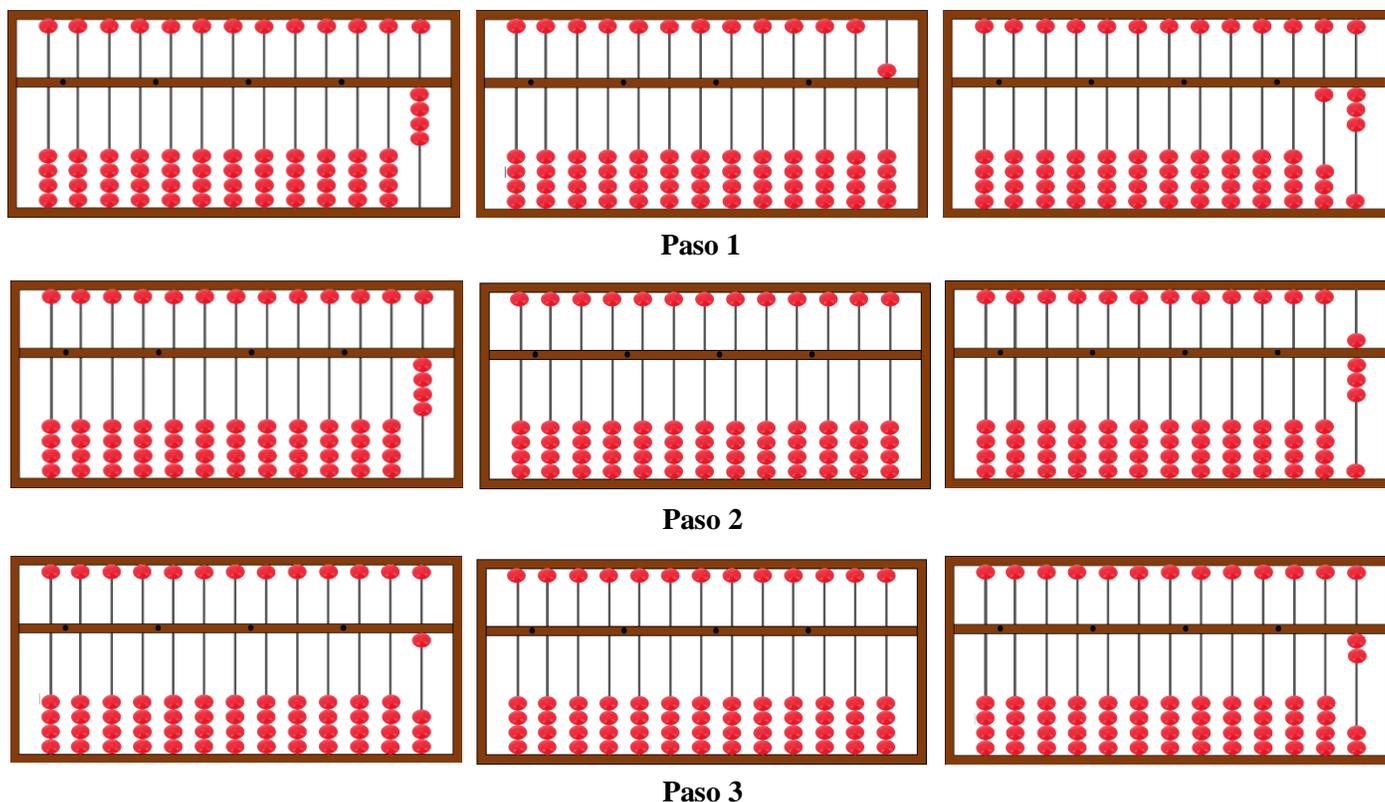
$4x + 5 = 13$, solución $x = 2$

Pasos para resolver una ecuación lineal utilizando el ábaco Cranmer (ver Figura 16):

- El primer paso es representar la ecuación a resolver en el ábaco.
- Para comenzar a resolver la ecuación, restamos 5 en ambos lados de la ecuación, es decir, en el segundo ábaco tendríamos $5 - 5 = 0$ y en el tercero $13 - 5 = 8$, por lo que tendremos como resultado la ecuación: $4x = 8$.
- Posteriormente para convertir $a = 1$, se divide la ecuación entre 4, teniendo como resultado en el primer ábaco $1x$, el segundo queda igual en 0 y el tercero con $c = \frac{8}{4} = 2$.
- Por lo tanto, la solución de la ecuación lineal es: $x = 2$.

Figura 16

Solución de la ecuación lineal $4x+5=13$.

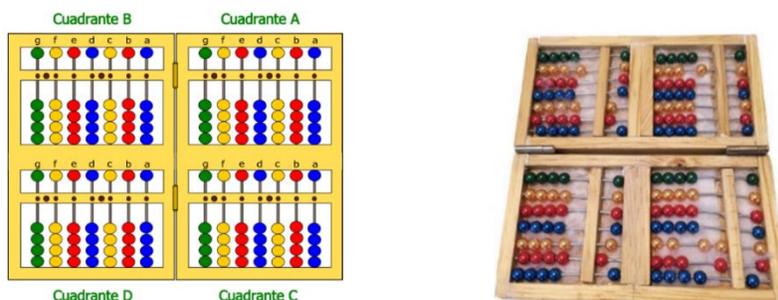


(Fuente: elaboración propia)

Meza (2019), implementó el ábaco Cranmer para resolver ecuaciones lineales de la forma: $ax + b = cx + d$, con a, b, c y d números enteros y con solución entera, esto gracias a una modificación realizada al ábaco Cranmer. En este nuevo ábaco se utilizaron cuatro cuadrantes, cuadrante A, cuadrante B, cuadrante C y cuadrante D. Además, en esta modificación realizada cada cuadrante consta de 7 ejes (ver Figura 17).

Figura 17

Modificación del ábaco Cranmer para la resolución de ecuaciones lineales.



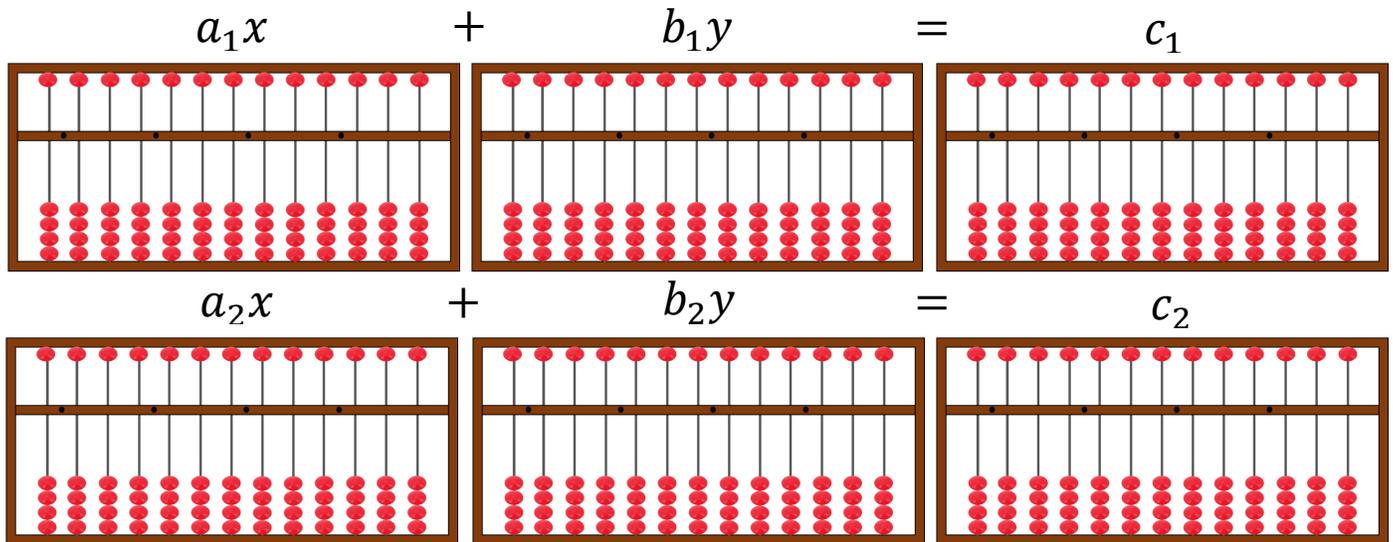
(Fuente: Meza, 2019)

4.5.6 Resolución de un sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas

El ábaco Cranmer también puede ser utilizado para resolver sistemas de ecuaciones lineales, para esto se requiere el uso de al menos seis ábacos los cuales representarán las ecuaciones de la forma: $ax + by = c$ (ver Figura 18).

Figura 18

Método para la resolución de ecuaciones lineales utilizando el ábaco Cranmer.



(Fuente: elaboración propia)

A continuación, se presenta un ejemplo de la resolución de un sistema de ecuaciones utilizando el ábaco Cranmer.

Ejemplo:

$$(1) \dots 3x + 6y = 15$$

$$(2) \dots 5x + 15y = 35$$

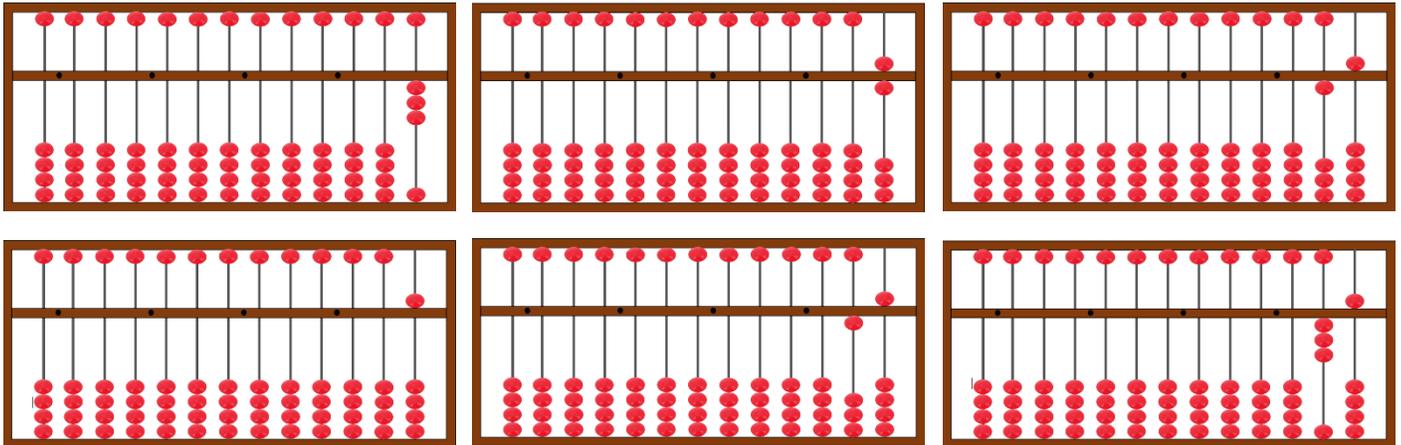
Pasos para la resolución de un sistema de ecuaciones lineales (ver Figura 19):

- Una vez representada cada ecuación en los ábacos, se comienza a resolver para encontrar el valor de x y el de y . Lo primero a realizar es dividir la ecuación (1) entre 3 para lograr que $a = 1$, teniendo como resultado $x + 2y = 5$.
- El siguiente paso es convertir $a = 0$ en la ecuación (2) y para eso se tiene que multiplicar la ecuación (1) por 5 y restarla a la ecuación (2), obteniendo como resultado $5y = 10$.

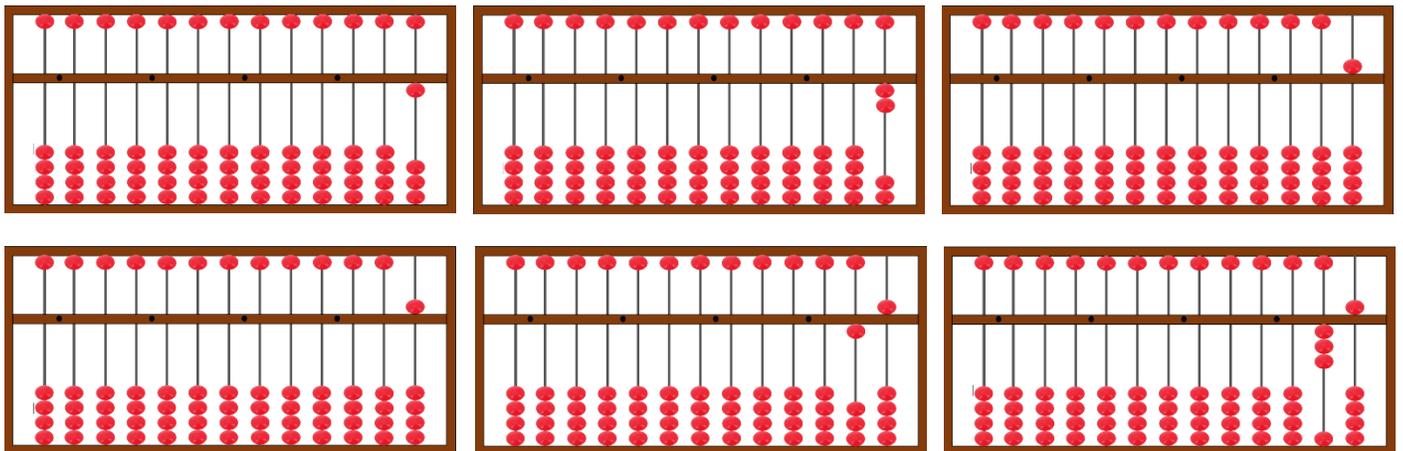
- Posteriormente se tiene que convertir a $b = 1$ en la ecuación (2) y para eso se tiene que dividir la ecuación (2) entre 5, teniendo como resultado $y = 2$.
- Finalmente se procede a convertir $b = 0$ en la ecuación (1), por lo que se multiplica la ecuación (2) por 2 y el resultado se restará a la ecuación (1), teniendo como resultado $x = 1$.
- Por lo tanto, la solución del sistema de ecuaciones es $x = 1$ y $y = 2$.

Figura 19

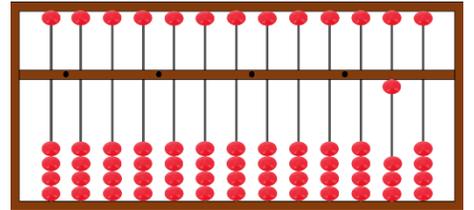
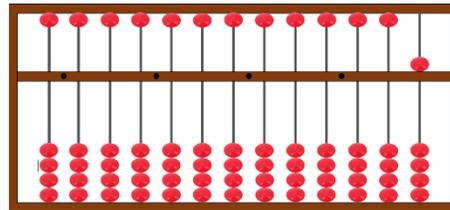
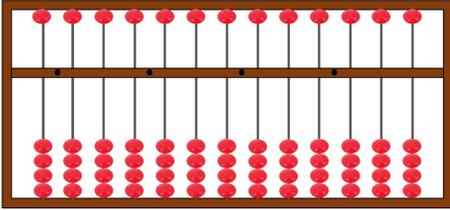
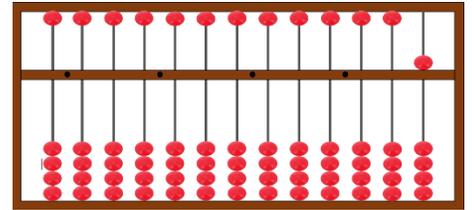
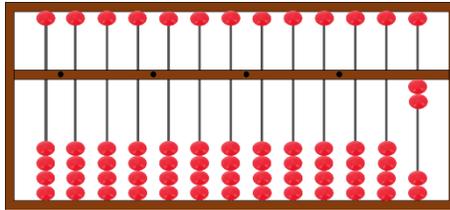
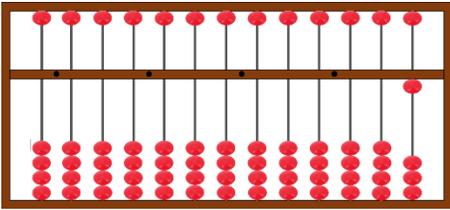
Resolución de ecuaciones lineales utilizando el ábaco Cranmer.



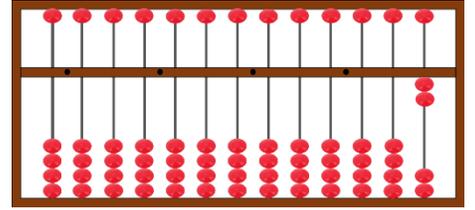
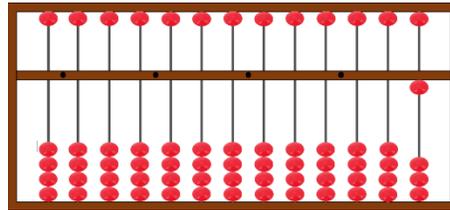
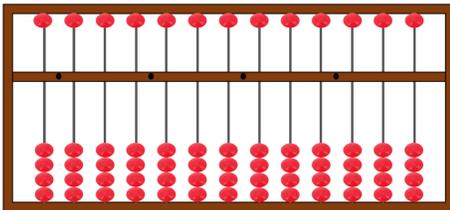
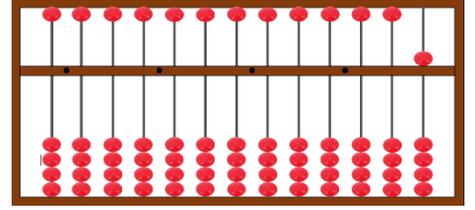
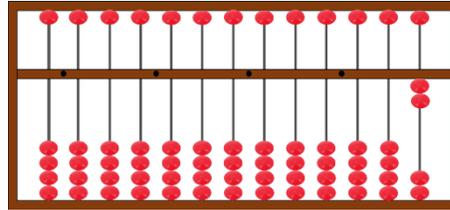
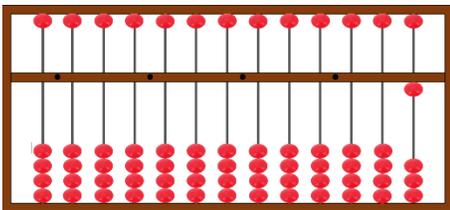
Sistema de ecuaciones



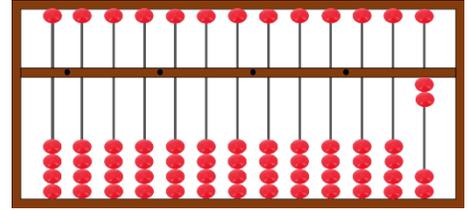
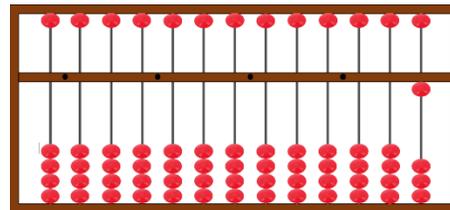
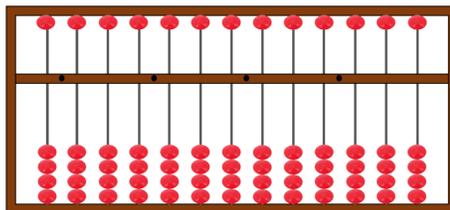
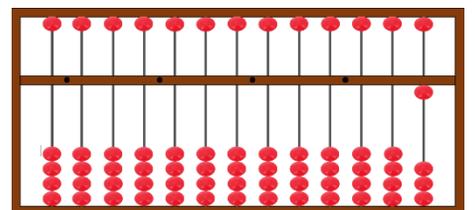
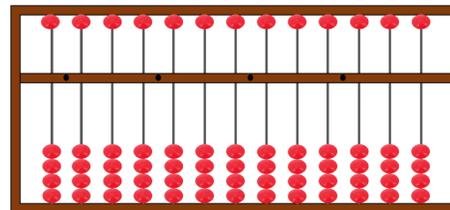
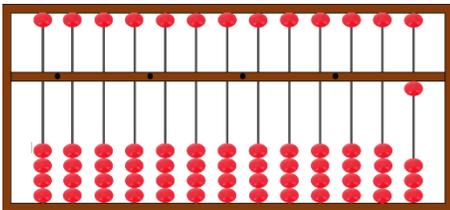
Paso 1



Paso 2



Paso 3



Paso 4

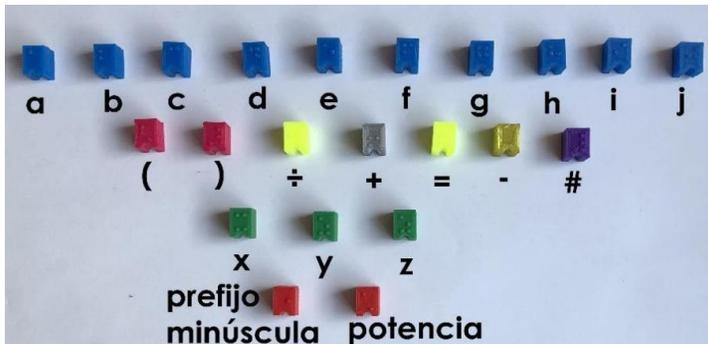
(Fuente: elaboración propia)

4.6 Cubarín algebraico

El cubarín algébrico es un material didáctico propuesto para la enseñanza de aspectos algebraicos (ver Figura 20). Este material fue diseñado para apoyar a estudiantes con discapacidad visual en procedimientos algebraicos que requieran el uso de operaciones con polinomios.

Figura 20

Diseño del cubarín algebraico.



(Escalante, 2020).

(Fuente: Escalante, 2020)

A continuación, se presenta una aplicación de este material didáctico a estudiantes de nivel medio superior, con el fin de contribuir a la enseñanza-aprendizaje de las operaciones con polinomios.

Ejemplo:

Para representar en el cubarín los polinomios siguientes:

$$2 + 3,5x, -3x^2$$

El estudiante primero realiza una inspección de los bloques, para conocer el valor de cada uno y posteriormente procede a colocar los cubos correspondientes en la base de madera, el estudiante puede utilizar ambas manos, ya que con una toca el renglón que está utilizando para no confundirse y con la otra mano busca el bloque que utilizará (ver Figura 21). Como se observa en el primer renglón de la base de madera coloca el bloque morado, el bloque azul con el número 2, el bloque plateado, otro bloque morado y luego el bloque azul con el número 3, simbólicamente #2+#3. Para representar el segundo polinomio elige el bloque morado, el bloque azul con el número

5 y el bloque verde que representa “x”, es decir, $5x$. De la misma manera se construye con bloques el polinomio $-3x^2$, es decir, $-3x^2$.

Figura 21

Representación de polinomios utilizando el cubarín algebraico.



(Fuente: Escalante, 2020)

Una vez que el estudiante logra entender cómo funciona el cubarín, se le solicita realizar la simplificación de la siguiente expresión algebraica.

$$x^2 + 3x + 1 + 2x^2 + x - 1$$

El estudiante comienza por identificar cuáles son los términos semejantes. Obteniendo como resultado $3x^2 + 4x$ (ver Figura 22).

Figura 22

Representación de la simplificación de la expresión algebraica.



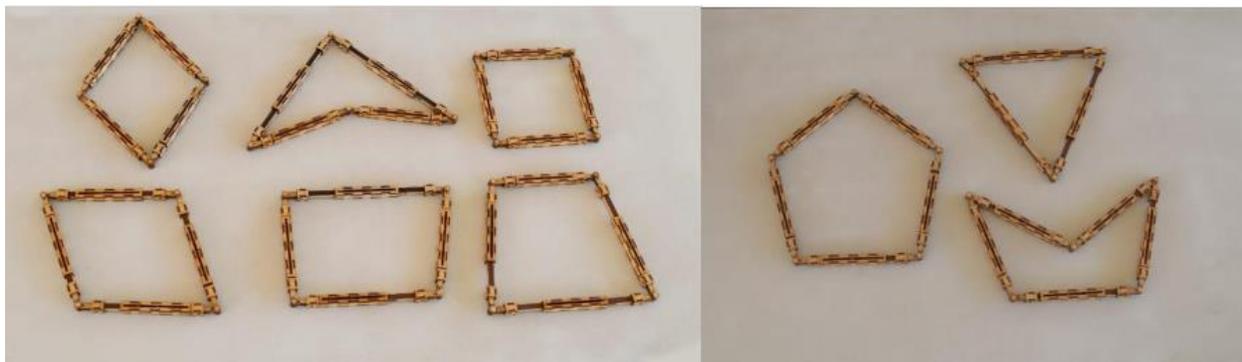
(Fuente: Escalante, 2020)

4.7 Material manipulable para el aprendizaje de cuadriláteros

Los materiales manipulables en geometría son de gran ayuda para el estudiante con discapacidad visual, ya que con ellos pueden percibir gracias al tacto el aprendizaje de la clasificación de cuadriláteros y a diferenciar los distintos ángulos (González, 2021). En la Figura 23 se presentan algunos polígonos convexos y cóncavos con dicho material y en la Figura 24 algunos ángulos.

Figura 23

Polígonos representados utilizando material manipulable.



(Fuente: González, 2021)

Figura 24

Formación de ángulos con el material manipulativo.



(Fuente: Gonzáles, 2021)

Con este material el estudiante con discapacidad visual puede realizar distintas tareas, como, por ejemplo:

- Construcción de segmentos, iguales o distintos.
- Construcción de los distintos ángulos.
- Identificación de las figuras geométricas y sus cualidades.
- Y finalmente la clasificación de cuadrilátero.

CONCLUSIONES

Por medio de este trabajo se pudo observar que existe muy poca información sobre la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con discapacidad visual, así como también la escasa investigación de los recursos didácticos físicos y virtuales que el profesor puede utilizar en sus clases de matemáticas, sobre todo que actualmente se tienen aulas inclusivas. Por ello nos planteamos el objetivo de desarrollar una categorización de los intereses y temáticas que se presentan en los recursos didácticos físicos y virtuales de nivel básico y medio superior para enseñar matemáticas a estudiantes con discapacidad visual.

Se realizó la búsqueda de distintos recursos didácticos como lo son artículos de investigación, vídeo-materiales relacionados con la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con discapacidad visual, así como también se realizó la búsqueda de materiales didácticos manipulativos y materiales didácticos digitales. Con esta información se realizó un análisis de contenido donde se pudieron clasificar estos materiales de dos maneras: por su contenido, por su nivel de enseñanza y por el tópico matemático que abordan, además se profundizó específicamente en las formas de utilización del ábaco Cranmer y de otros materiales físicos.

En el caso de los artículos y vídeo-materiales, se clasificaron dependiendo de su contenido y se encontraron las siguientes categorías: materiales que diseñan o utilizan algún software, materiales que diseñan o utilizan algún material concreto, materiales que son sugerencias para el profesor y una última de “otros” para aquellos que no se pudieron clasificar en ninguna de las anteriores.

Finalmente, para el caso de los materiales didácticos manipulativos y digitales, se clasificaron dependiendo de su nivel de enseñanza, es decir, en las categorías de nivel básico y nivel medio superior. Además, con dicha clasificación se observó que la mayor parte de los artículos y vídeo-materiales analizados caen en la categoría de sugerencias dirigidas al profesor para una mejora del método de enseñanza. Así como también, se identificó, con respecto a los materiales didáctico-digitales, que existe más material dirigido a estudiantes de nivel básico que a

nivel medio superior, pero en general, en ambos casos se observó que éstos son muy escasos para estudiantes con ceguera total.

En general, como se puede observar existe una deficiencia de materiales adecuados para estudiantes con discapacidad visual, además, se observó los tópicos matemáticos que más se abordan para estudiantes con discapacidad visual, teniendo como resultado que, del total de recursos, el 56.67% no abordan algún tópico específico y solo el 43.33% si lo hacen. Los tópicos más frecuentes son los de aritmética y geometría (identificación de figuras geométricas).

Un dato importante que se pudo observar al realizar el análisis de los artículos de investigación es que la mayoría de ellos están dirigidos a la enseñanza de las matemáticas a estudiantes jóvenes con discapacidad visual, pues solo uno de ellos está dirigido a la enseñanza de las matemáticas a personas adultas con discapacidad visual. Por lo tanto, como una conclusión de este trabajo se hace la sugerencia de realizar más investigación para la enseñanza de las matemáticas en personas adultas con discapacidad visual.

De lo anterior se concluye que el objetivo de investigación fue alcanzado satisfactoriamente, observando que hay mucho por hacer en el desarrollo e investigación de materiales y recursos didácticos para la enseñanza de las matemáticas para personas con discapacidad visual, que puedan ser implementados en aulas inclusivas impactando también a estudiantes normo-visuales. Asimismo, se recomienda a los docentes acercarse a las investigaciones y recursos didácticos reportados por investigadores de educación matemática, para que estos materiales puedan ser utilizados en las aulas de clases y no se queden como investigaciones aisladas.

REFERENCIAS

- Ainscow, M. (2002). Rutas para el desarrollo de prácticas inclusivas en los sistemas educativos. *Revista de educación*. (327), 69-82.
- Ainscow, M y Miles, S. (2008). Por una educación para todos que sea inclusiva: ¿Hacia dónde vamos ahora? *Perspectivas*, 38 (1), 17-44.
- Alsina, A. y Planas, N. (2008). *Matemática inclusiva, propuesta para una educación matemática accesible*. Vol 110. Narcea S. A.
- Arroyo, G. O. (2013). Soluciones para la baja visión (2a. ed.). Buenos Aires, Argentina: Paratexto. Recuperado de <https://www.ofthalmologos.org.ar/catalogo/items/show/4673>
- Balcázar, P., Gonzáles-Arieta, N., Gurrola, G., y Moysén, A. (2006). *Investigación cualitativa*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Barraga, N. (1986). *Textos reunidos de la Dra. Barraga*. ONCE.
- Beyer, L. E. (2001). The value of critical perspectives in teacher education. *Journal of teacher education*, 52(2), 151-163.
- Blanco, R. (2006). La equidad y la inclusión social: uno de los desafíos de la educación y la escuela hoy. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 4(3), 1-15.
- Booth, T. y Ainscow, M. (1998). *From them to us, An international study of inclusion on education*. Routledge.
- Cabero, J. y Córdoba, M. (2009). Inclusión educativa: inclusión digital. *Revista Educación Inclusiva*, 2(1), 61-77.
- Castañeda Contreras, M. J. (2019). *Acompañamiento a estudiantes con discapacidad visual en la clase de matemáticas del Colegio José Félix Restrepo*. IED informe de pasantía.
- Cebrián de Miguel, M. (2003). *Glosario de discapacidad visual*. ONCE.

CONAFE. (2010). *Discapacidad visual. Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica.*

Cruickshank, W. M. (1986). *Disputable decisions in special education.* University of Michigan press.

De Boer, A., Pijl, S. J., y Minnaert, A. (2011). Regular primary schoolteachers' attitudes towards inclusive education: A review of the literature. *International Journal of Inclusive Education*, 15, 331–353.

Escalante, E. (2020). *Material didáctico para el proceso de enseñanza-aprendizaje de operaciones con polinomios para personas con discapacidad visual.* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Zacatecas]. Repositorio institucional Caxcán. <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/handle/20.500.11845/2843>

Espinosa, E. (2008). *Necesidades educativas especiales. Compilación.* UPS.

García, C., y Celia, E. (2012). Guía de atención educativa para estudiantes con discapacidad visual. *Rivas UL. Aguascalientes.*

Gobierno de México-Diario Oficial de la Federación (DOF). (2019a). *Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de los artículos 3º, 31 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia educativa.* https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5560457&fecha=15/05/2019&print=true

Gobierno de México-Diario Oficial de la Federación (DOF). (2019b). *Decreto por el que se expide la Ley General de Educación y se abroga la Ley General de la Infraestructura Física Educativa.* http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lge/LGE_orig_30sep19.pdf

Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública (SEP). (2019). *Hacia una Nueva Escuela Mexicana.* SEP.

González, J. (2010). Recursos, Material didáctico y juegos y pasatiempos para Matemáticas en Infantil, Primaria y ESO: consideraciones generales. *Didáctica de la matemática, UMA.*

- González, L. D., y Canchón, L. V. (2018). *Geometría fuera de vista* [Tesis de licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9529>
- González, L. D. (2021). *Geometría fuera de vista: clasificando cuadriláteros con estudiantes con discapacidad visual*. [Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio Institucional. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/13492>
- González, O. E., y Sánchez, M. T. C. (2019). El ábaco cerrado como mediación pedagógica en la construcción de las operaciones de multiplicación y división en el grado tercero de instituciones educativas oficiales. *Inclusión y Desarrollo*, 6(2), 98-108.
- Guerrero, L., Loreto, L., y Molina, F. (2009). Temas para la educación de Radiaciones. *Revista digital para profesionales de la enseñanza. (Base de datos en línea)*. Madrid España, (4).
- Herrero, T. (2015). *La educación inclusiva del alumnado con discapacidad visual en la comunidad Valenciana: análisis y perspectivas*.
- Horne, P. E. y Timmons, V. (2009). Making it work: Teachers' perspectives on inclusion. *International Journal of Inclusive Education*, 13, 273–28
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía -INEGI-. (2020).
- MEN. (2013). *Lineamientos políticos de educación superior inclusiva*.
- Meza, R. (2019). *Diseño de ábaco para operaciones básicas y ecuaciones de primer grado: un estudio con personas con discapacidad visual*. [Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://www.fcfm.buap.mx/posgrados/assets/docs/catalogotesis/mem/2019/RafaelMezaCruz.pdf>
- Mittler, P. (2000). *Working towards inclusive education: social context*. Londres: David Fulton.
- Morales, P. (2012). *Elaboración de Material Didáctico*. Red Tercer Milenio.
- Organización Mundial de la Salud -OMS-. (2019). *Ceguera y discapacidad visual*.

- Organización Nacional de Ciegos Españoles -ONCE-. (2019). *Conceptos de ceguera y discapacidad visual*.
- Parra Dussan, C. (2015). *Educación inclusiva en Colombia: un derecho para todos*. Universidad Sergio Arboleda.
- Rodríguez, E. (2020, mayo 25). *Como hacer Ábaco Cranmer (discapacidad visual)* [video]. https://www.youtube.com/watch?v=5rQwBM3VsfQ&ab_channel=EvelinRodriguez
- Rosich, N. (1996). *Matemáticas y Deficiencia Sensorial*. Síntesis.
- Sánchez, A. (2011). La Universidad de Almería ante la integración educativa y social de los estudiantes con discapacidad: Ideas y actitudes del personal docente e investigador. *Revista de Educación*, (354). 575-603.
- Sanhueza, S., Granada, M. y Bravo, L. (2012). Actitudes del profesorado de Chile y Costa Rica hacia la inclusión educativa. *Cadernos de Pesquisa*, 42(147), 884-899.
- Sola, T. (1997). La formación inicial y su incidencia en la educación especial. *Sánchez Palomino, A. y J. Torres González, Educación especial I. Una perspectiva curricular, organizativa y profesional*. Pirámide.
- Svensson, L. y Dumas, K (2013). Contextual and analytic qualities of research methods exemplified in research on teaching. *Qualitative inquiry*, 19(6), 441-450.
- Trujillo, A. (2010). Atender a un alumno/a con discapacidad visual. *Revista innovación y experiencias educativas*.
- UNESCO. (1983). *Terminología de la educación especial*. Suiza.
- UNESCO. (2003). *Superar la exclusión mediante planteamientos integradores en la educación: un desafío y una visión, documento conceptual*. UNESCO.
- UNESCO. (2008). 48ª reunión de la Conferencia Internacional de Educación titulada “Educación inclusiva: el camino del futuro”. Ginebra, Suiza.
- UNESCO. (2016). UNESCO. Recuperado el 2016, de la UNESCO: <http://www.unesco.org/new/es/inclusive-education>

Valdelamar-Zapata, J., Ramírez-Cruz, Y., Rodríguez-Rivera, P. y Morales-Rubiano, M. (2015).

Capacidad innovadora: como fomentarla según docentes de ciencias económicas e ingeniería de la UMNG. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*. 6(1). 7-14.

Zuluaga-Duque, J. (2017). Relación entre conocimientos, saberes y valores: un afán por legitimar

los saberes más allá de la ciencia. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*, 8(1), 61-76.

ANEXOS

Anexo A. Listado completo de video-materiales analizados

Clasificación	Título del video	Reseña
Diseña o utiliza material concreto	UTPL. (2017, octubre 30). <i>Axes, proyecto de apoyo para escolares con discapacidad visual</i> [video]. https://youtu.be/gqBpno7UtMU <u>U</u>	En la Universidad de Loja decidieron realizar un proyecto llamado Axes con el objetivo de proveer material didáctico motriz a alumnos con discapacidad visual, a través de figuras geométricas y una tabla interactiva que ayuda con el aprendizaje de matemáticas básica.
	Habilidades y Destrezas. (2017, enero 13). <i>Bloques Lógicos para alumnos con discapacidad visual-Material didáctico para educación especial</i> [video]. https://youtu.be/MAC0_F1Dvf0 <u>0</u>	Nos muestra lo que son los bloques lógicos que se pueden implementar en alumnos con discapacidad visual, esto para que los alumnos estimulen ciertas habilidades a la hora de resolver problemas.
	Anderson Benavides. (2012, octubre 27). <i>Ábaco números suma y resta</i> [video]. https://youtu.be/GgM2DSTr3S <u>w</u>	En este video se explica cómo utilizar el ábaco Cranmer o especial, inicia explicando como representar un número con las cuentas del ábaco y posteriormente explica cómo realizar las operaciones básicas como lo son la suma y la resta.
	INCI Colombia. (2011, octubre 13). <i>Ábaco Japonés</i> [video]. https://youtu.be/xdNVj11d38	El ábaco japonés es un material didáctico que se utiliza para enseñar ciertos temas del área de matemáticas como lo son las operaciones aritméticas. En este video nos muestra cómo utilizarlo y el cómo este ayuda al aprendizaje matemático.
	Mayra CL. (2021, mayo19). <i>Material táctil --discapacidad visual- matemáticas</i> [video]. https://youtu.be/3DWzXrBzSXg <u>g</u>	Este video nos muestra un diseño que se realizó de un material táctil para alumno con discapacidad visual, con el objetivo de enseñar algunos temas de matemáticas. Es dirigido a los alumnos de tercer grado de primaria.

Doovider. (2016, octubre 22). *Uso de ábaco para estudiantes ciegos* [video].
https://www.youtube.com/watch?v=xYOHY-56Zig&ab_channel=Doovider

Hilda Laura Vázquez Villanueva. (2022, marzo 27). *Colocando cantidades en mi #Ábaco #Cranmer para personas con discapacidad #Visual* [video].

https://www.youtube.com/watch?v=t79otzEvE&ab_channel=HildaLauraV%C3%A1zquezVillanueva

Natalia Olarte. (2021, febrero 26). *Aprendiendo a usar el ábaco Braille- sumas y retas* [video]

https://www.youtube.com/watch?v=llpITN3KpI8&ab_channel=NataliaOlarte

A ojos cerrados, pero con mucho corazón. (2020, abril 20). *La multiplicación con el ábaco Kramer y ejemplos* [video].

https://www.youtube.com/watch?v=hEutrSPDYUI&t=208s&ab_channel=AojoscerradosperoconmuchoCoraz%C3%B3n

A ojos cerrados, pero con mucho corazón. (2020, abril 30). *La división con el ábaco Kramer* [video].

https://www.youtube.com/watch?v=iRC86WtN71E&t=57s&ab_channel=AojoscerradosperoconmuchoCoraz%C3%B3n

Sugerencias para el profesor

TEDx Talks. (2015, enero 15). *Como enseñar matemáticas a un niño ciego* |Rafael Ignacio

Docente enseña a estudiante con discapacidad visual a utilizar el ábaco Soroban para representar números de diferentes cifras.

Ponente muestra las características que tiene el ábaco Cranmer que es utilizado por las personas con discapacidad visual. En el video se muestra un ábaco pequeño con 15 ejes, los cuales representan el valor posicional de los números.

El ábaco con el que se trabaja es un ábaco con 21 ejes. Nos muestra cómo realizar operaciones, las cuales se realizan de la manera tradicional que les enseñan a los estudiantes videntes.

En el siguiente material se muestra el paso a paso de cómo realizar la multiplicación utilizando el ábaco Cranmer para personas con discapacidad visual.

En el siguiente material se muestra el paso a paso de cómo realizar la división utilizando el ábaco Cranmer para personas con discapacidad visual.

El profesor Rafael Ignacio Velasco relata su experiencia en el aula de clases con alumnos con discapacidad visual. Al ver que no tenía

Velasco/ [video].
<https://youtu.be/qHmNt4T07Xs>

el conocimiento para ayudar a los alumnos con dicha discapacidad comenzó a buscar información, como cursos de Braille y de igual forma maneras para crear y utilizar materiales didácticos que le ayudarán a la enseñanza de las materias que el impartía como Geometría, Trigonometría y Álgebra. Además, con ayuda de sus alumnos pudo entender algunas de las necesidades que ellos tenían, ya que tomaba en cuenta cada consejo que ellos les daban para mejorar su enseñanza.

Miss Silvia Montes. (2020, noviembre 3). *Enseñando matemáticas a niños con discapacidad visual* [video].
<https://youtu.be/5dGG0Ij13T8>

Profesora habla sobre el tema de como los profesores no cuentan con la capacitación necesaria para atender a alumnos con alguna discapacidad. Comienza hablando sobre el problema que se tiene al atender a niños con discapacidad intelectual, posteriormente comenta algunas metodologías para enseñar matemáticas a alumnos con discapacidad visual.

Instituto de Matemáticas de la UNAM. (2021, mayo 24). *Braille y Matemáticas* [video].
<https://youtu.be/asfcIrpYNN8>

Por el día internacional de las matemáticas profesores del instituto de matemáticas de la UNAM impartieron un taller por medio de videoconferencia con la finalidad de brindar información sobre la enseñanza de las matemáticas a alumnos con discapacidad visual. De igual forma comentan que para que la sociedad concientice un poco sobre la atención a personas con discapacidad visual uno de los métodos que normalmente utilizan es retarlos a realizar las cosas que habitualmente realizan, pero con los ojos vendados, además aconsejan entrar un poco más en el lenguaje Braille para entenderlos mejor.

Mtra. Barbie SG. (2021, abril 10). *Matemáticas inclusivas* [video].
<https://youtu.be/ARAK3i7A2qY>

En este video nos da la información necesaria sobre lo que trata la matemática inclusiva, las competencias básicas matemáticas para una educación adaptativa y los recursos didácticos para la educación inclusiva a nivel primaria.

Cesar A. Rodríguez G. (2021, abril 19). *Enseñanzas de las matemáticas para niños y niñas con Discapacidad visual o sordoceguera* [video].

<https://youtu.be/4R0AJq0rtW>

W

El expositor muestra los instrumentos necesarios que utiliza para obtener una inclusión educativa. Realiza un taller de como enseña matemáticas a los alumnos con discapacidad visual, de igual forma nos comenta que él trabaja con la atención y concentración de los alumnos con DV. Nos muestra algunas metodologías didácticas que utiliza al enseñar temas de matemáticas.

Adaptaciones en braille A. V. G. (2021, marzo 27). *Sugerencias Metodológicas en Matemática* [video].

<https://youtu.be/T1EeKkDJoy>

o

En este video se comparten algunas sugerencias metodológicas para la enseñanza-aprendizaje de los alumnos con discapacidad visual, del mismo modo da consejos a los profesores para contribuir en una educación inclusiva en el aula de clases.

Eduarne Laca. (2021, abril 10). *Enseñanza de la matemática para personas con discapacidad visual* [video].

https://youtu.be/9fd_JzD-YBk

En este video se hace la elaboración de un material didáctico para la enseñanza del código U a personas con discapacidad visual. Dicho código fue creado para enseñar matemáticas a personas con discapacidad visual de igual forma para escribir textos que les permita conocer sobre procesos matemáticos y otros conceptos.

Angélica María Martínez Quintero. (2017, octubre 25). *Enseñanza de la matemática a personas con discapacidad visual* [video].

https://youtu.be/18D_LGpAz

Ws

En este video se muestra un informe crítico sobre la enseñanza de la matemática a educandos con discapacidad. Da un intercambio de experiencia con los profesores ya que para que la atención a personas con discapacidad visual se requiere de una buena capacitación por parte del profesor.

INFRACNOVI HN. (2020, octubre 24). *Aprendizaje de Matemáticas para Personas con Discapacidad Visual* [video].

<https://youtu.be/XhU9y51astY>

Este es un encuentro virtual de aprendizaje sobre discapacidad visual, en el cual se abordan distintos temas sobre las matemáticas para las personas con discapacidad visual, de igual forma se hablan de herramientas para la diversificación metodológica en la enseñanza de las matemáticas y algunas recomendaciones para las personas con DV.

Alexandra Angarita. (2020, mayo 9). *Matemáticas desde la*

Estas son ponencias de distintos docentes acerca de la formación matemática desde la

educación inclusiva para estudiantes con Discapacidad Visual Parte I [video].
<https://youtu.be/U2eIkkHNts8>

educación inclusiva para estudiantes con discapacidad visual. Nos comentan la educación inclusiva que hay en Colombia y que es lo que se debe cambiar para poder mejorarla, además nos dan sugerencias que se deben tener en cuenta en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a estudiantes con D.V.

Alexandra Angarita. (2020, mayo 9). *Matemáticas desde la educación inclusiva para estudiantes con Discapacidad Visual Parte III* [video].
https://youtu.be/vjmqSt4Z_G0

Esta es la segunda parte de las ponencias de la formación matemática desde la educación inclusiva para estudiantes con discapacidad visual, en esta ocasión se presentan algunos recursos digitales que se tienen para el diseño de matemáticas en Braille, además uno de los ponentes nos comparte algunas experiencias que ha tenido en el campo de las matemáticas.

Seminario de praxis e identidad docente matemática. (2016, agosto 26). *“Una alternativa de enseñanza de la matemática para estudiantes con deficiencia visual”* [video].
<https://youtu.be/uOtMIXKhGi>
E

El MC. César Lozano Díaz nos habla sobre una investigación que realizo en colaboración con tres estudiantes. La cual trata de cómo lograr la adaptación de un estudiante con discapacidad visual en el aula de matemáticas. Nos comenta que hoy en día el profesor no está obligado a aprender Braille ya que la tecnología nos puede ayudar en ese aspecto. Nos explica la metodología que utilizo para llevar a cabo su propósito de investigación y los resultados que se obtuvieron al aplicarlo a alumnos con discapacidad visual.

Otros
ONCE. (2021, julio 8). *WBS / Webinar: Formación en matemáticas para las personas con discapacidad visual* [video].
<https://youtu.be/rIvsehI5Q84>

Este es un seminario web, en el cual el ponente destacará diversas estrategias y materiales didácticos, como los métodos de enseñanza, la conversión de ideas visuales en experiencias no visuales, las estrategias para desarrollar las habilidades matemáticas de los profesores en formación de alumnos con discapacidad visual, los materiales didácticos en vídeo sobre conceptos matemáticos que promueven el aprendizaje de las matemáticas por parte de los niños con discapacidad visual y las estrategias didácticas basadas en la tecnología para el aprendizaje interactivo de las matemáticas.

Anexo B. Listado completo de Artículos analizados

Clasificación	No	Referencia	Resumen
Diseña o utiliza software	5	Andade, A. M. (2013). <i>Diseño de un software para el reconocimiento de símbolos matemáticos en látex mediante síntesis de voz, para personas con discapacidad visual</i> . [Tesis de licenciatura, universidad tecnológica de Pereira] Repositorio Institucional. https://repositorio.utp.edu.co/items/d6cdc518-7a73-482f-b2e5-a71fb091a765	Este trabajo de investigación fue realizado en la universidad tecnológica de Pereira por una estudiante de ingeniería de sistemas y computación en el cual desarrollo un software para el reconocimiento de símbolos matemáticos en LaTeX dirigido a alumnos con discapacidad visual.
	6	Sánchez, J., Espinoza, M., Carrasco, M. y Garrido, J. (2012). Modelo de videojuegos para mejorar habilidades matemático-geométricas en aprendices ciegos. In <i>Nuevas Ideas en Informática Educativa Memorias del XVII Congreso Internacional de Informática Educativa, TISE</i> . J. Sánchez, Editor, Santiago, Chile.	El propósito de este artículo es desarrollar mecanismos para ayudar al aprendizaje en matemáticas a las personas con discapacidad visual. Por lo que realizaron un videojuego para mejorar y contribuir en la enseñanza de geometría el cual funciona por un mecanismo de audio.
	7	Arriola-Arciniega, C. y Aceves, F. J. (2010). Herramienta auditiva para acceder expresiones matemáticas digitales. <i>Científica</i> , 14(3), 137-144.	En este artículo explican el cómo desarrollaron un software destinado a personas con discapacidad visual esto porque las personas con dicha discapacidad no tenían las posibilidades de estudiar una carrera como el resto de sus compañeros por lo que tomaron el reto de crear una nueva herramienta para que esto se les facilitara un poco más.
	8	Rueda, B. A. (2020). Implementación de un dispositivo de enlace entre docentes y estudiantes con	Debido a la contingencia del COVID-19 se presentan diversos problemas por la cancelación de clases presenciales, afectando en mayor parte a los alumnos

	<p>discapacidad visual en el área de matemáticas. <i>Congreso internacional de semilleros de Investigación-Educación-Tecnología</i>. Colombia.</p>	<p>con discapacidad visual, por lo que en este artículo se realizó la elaboración de un trabajo enfocado a dar solución a este problema a través de la creación de un prototipo que sirva como enlace entre el docente guía y el estudiante con dicha discapacidad.</p>
	<p>9 Olguín, L. E., Vázquez, E., Moreno, B. D. y Olvera, C. (2019). Desarrollo de un software lector de documentos con notación matemática, de texto a voz, para personas con discapacidad visual. <i>Pistas educativas</i>, 41(133). 487-498.</p>	<p>En este artículo de investigación Se propone desarrollar una aplicación de bajo costo que ayude a las personas con discapacidad visual a escuchar el texto y la notación matemática que se encuentre escrito en un documento. El objetivo que se desea alcanzar es proveer una herramienta que permita a las personas con discapacidad visual el uso de las tecnologías y la inclusión en un ambiente educativo convencional.</p>
<p>Diseña o utiliza material concreto</p>	<p>10 Durón, E. C. (2020). Prototipo didáctico del código Nemeth Braille para la enseñanza de las matemáticas con alumnos invidentes. <i>Revista Aristas</i>, 8(15), 146-150.</p>	<p>En este trabajo se presenta como el uso de la tecnología de impresión 3D y una herramienta CAD puede ayudar al diseño y fabricación de un prototipo didáctico para la enseñanza de las matemáticas avanzadas y notación científica con alumnos invidentes.</p>
	<p>11 Gil, L. E. O., Zayas, E. V., Guzmán, F. V., Ortega, I. G., Ramírez, F. R., Gamboa, S. A. V., y Reyes, J. R. (2020). Aplicación móvil que traduce ecuaciones matemáticas a voz mediante OCR. <i>Pistas Educativas</i>, 42(136). 74-90.</p>	<p>En este artículo se desarrolló una aplicación para dispositivos móviles que permita el acercamiento, principalmente, de las personas con discapacidad visual al uso de las tecnologías de la información como una herramienta de apoyo en el aprendizaje de las matemáticas a cualquier nivel educativo.</p>
	<p>12 Véliz, M., y Rodríguez, E. (2018). <i>Un dispositivo para hacer matemática con los dedos</i>. En P. Lestón (Ed.), <i>Actas de la XII conferencia Argentina de educación matemática</i>. Buenos Aires, Argentina: SOAREM.</p>	<p>En este artículo Se presenta un dispositivo de asistencia a la enseñanza y al aprendizaje del tema de funciones matemáticas principalmente para personas con discapacidad visual. El dispositivo consiste en un tablero que simboliza un plano cartesiano sobre el que se colocan piezas que representan funciones matemáticas. El cual facilita la enseñanza-</p>

- aprendizaje de los estudiantes con discapacidad visual.
- 13 Rodríguez, C. A. y Olarte, C. A. (2016, 8-10 septiembre). Herramientas de cálculo para estudiantes con limitación visual. *Encuentro distrital de educación matemática EDEM*. Bogotá, Colombia. Este artículo tiene como objetivo proporcionar herramientas a docentes de matemáticas e interesados en la enseñanza para la diversidad, que permitan fomentar el cálculo y la enseñanza de las operaciones básicas con ayuda principalmente del ábaco japonés o Soroban, la máquina Perkins y la caja de matemáticas.
 - 14 Carenas, J. M., Cabra, A. B., García, M. G. M., Gea, P. C., y Hernández, D. H. (2018). Edico. *Integración: Revista sobre ceguera y deficiencia visual*, 72, 100-108. Se presentan las principales características y funcionalidades del Editor Científico once (Edico), aplicación informática con la que alumnado con discapacidad visual puede trabajar con expresiones científicas hasta un nivel de Bachillerato o superior.
 - 15 Martínez, G. y Martín, M. (2017). Caja aritmética mini. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 71, 68-74. En este artículo se presenta una actualización que se le realizó a la caja aritmética tradicional, la cual se han venido utilizando para facilitar el aprendizaje del cálculo y otras operaciones matemáticas de las personas ciegas o con discapacidad visual.
 - 16 Cárdenas Sierra, L. M. (2012). Implementación del ábaco para la suma y la resta a niños entre 6 y 7 años con o sin discapacidad visual. Es un documento de proyecto grado de diseño industrial que muestra todo el proceso e investigación que se tuvo en cuenta para llegar a la propuesta final, es un material que potencia el uso del ábaco para la suma y resta en niños entre 6 y 7 años con o sin discapacidad visual, entre varios temas se muestran tipologías, enseñanza aprendizaje, modo de aprender matemáticas, tipos de discapacidad visual etc.
 - 17 González-Giraldo, O. E., & Sánchez, M. T. C. (2019). El ábaco cerrado como mediación pedagógica en la construcción de las operaciones de multiplicación y división en El propósito de esta investigación es establecer las relaciones entre las variables ábaco cerrado y los procesos de aprendizaje aritméticos de la multiplicación y la división de 120 niños de tercer grado de básica primaria con y sin limitación visual.

		el grado tercero de instituciones educativas oficiales. <i>Inclusión y Desarrollo</i> , 6(2), 98-108.	
	18	Chavez Caceres, Y. N. (2019). Enseñanza-aprendizaje de matemática en niños y niñas con discapacidad visual en la Institución Educativa Inicial N° 258 Isla Suana Distrito de Anapia Provincia de Yunguyo departamento de Puno 2019.	El objetivo general de este trabajo académico es analizar el Enseñanza aprendizaje de matemática en niños con discapacidad visual que se desarrolla mediante el apoyo de recursos y materiales.
	19	Castañeda Contreras, M. J. Acompañamiento a estudiantes con discapacidad visual en la clase de matemáticas del Colegio José Félix Restrepo IED informe de pasantía.	En el siguiente artículo, se propone un aporte para la comprensión de los procesos matemáticos realizados por estudiantes con discapacidad visual, bajo el supuesto que es posible visibilizar la capacidad de resolución de problemas aditivos en población adulta en condición de discapacidad visual.
Sugerencias para el profesor	20	Cortés, C. C. C., y Puentes, E. T. (2017). La educación matemática inclusiva: Una experiencia en la formación de estudiantes para profesor. <i>Infancias imágenes</i> , 16(2), 295-304.	En este artículo se muestra una experiencia de formación para el profesor de matemáticas para la diversidad, así propósito es hacer posible la educación inclusiva para los alumnos de la educación básica y media superior de dos escuelas públicas de igual forma se muestran algunos diseños que se realizaron para representar expresiones matemáticas.
	21	Sánchez, J. M. y Badilla, J. E. (2011). Experiencias docentes. Uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación para la enseñanza de las matemáticas a alumnos con minusvalía visual. <i>Pensamiento Matemático</i> , 0 (abril 11), 1-12.	En este artículo se presentan algunas herramientas tecnológicas que se pueden utilizar hoy en día para enseñar a alumnos con minusvalía visual, como, por ejemplo: Las impresoras Braille, Quick Tak para dibujo en relieve, Math Trax para gráficas, Vozme que convierte formatos de texto en archivos de sonido, entre otros.

- 22 González, H. B., López, M. C., y Jiménez, C. G. (2016). Las experiencias del personal docente de matemática en el trabajo de aula con la población no vidente. *Uniciencia*, 30(1), 99-114.
- En este artículo se describe la perspectiva que tiene el personal docente de matemáticas en la educación superior sobre la atención integral de la población no vidente o de baja visión. La información se recolecto por medio de entrevistas aplicadas a docentes y personal de la UNA. Una de las primeras causas de este trabajo fue por un alumno no vidente que reprobó un curso de cálculo.
- 23 Martínez, A. M., y González, F. E. (2017). Aspectos didácticos para la Enseñanza de la Matemática a Personas con Discapacidad Visual. *Paradigma*, 38(2), 385-404.
- Para tratar en el aula con un alumno con discapacidad visual se requiere de una buena formación por parte del docente por lo que en este artículo se presentan algunos materiales didácticos que pueden ser utilizados en las clases de matemáticas desde la geometría hasta simples operaciones aritméticas.
- 24 Martínez, L. (2013, 16-20 septiembre). Estrategias para enseñar contenidos matemáticos a alumnos ciegos o con baja visión. *VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática*. Montevideo, Uruguay.
- En este artículo la autora plantea un taller de estrategias para poder enseñar a los alumnos con discapacidad visual, el taller está dirigido a todas las personas que realmente estén interesados a conocer la realidad o las dificultades que pasan estos alumnos. Ella recomienda adaptar cualquier material didáctico que se utilice en matemáticas comúnmente. Además, la idea es buscar la mejor estrategia para que los alumnos adquieran un aprendizaje significativo.
- 25 Segura, R. A. M., y Uriza, R. C. (2021). Estudiantes con discapacidad visual: el discurso matemático escolar y la doble exclusión. *Revista Argentina de Educación Superior*, 22, 169-179
- En este artículo se presentan las reflexiones al respecto de cómo se ve reflejada la exclusión por el discurso Matemático Escolar en estudiantes con discapacidad visual desde diversas ramas de la matemática comúnmente estudiadas en carreras STEM, además de particularizar en un tópico matemático que se estudia desde educación secundaria hasta nivel superior.
- 26 Ortigosa, I. (2016). *Adaptación curricular para alumnos con discapacidad*
- Este trabajo de investigación fue realizado por una estudiante de la Universidad de Almería. El cual tiene como objetivo

visual en el aula de matemáticas. [Tesis de maestría, Universidad de Almería]. Repositorio Institucional.
http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/6066/12266_TFMIinmaculada%20ortigosa.pdf?sequence=1

describir y clasificar las medidas de atención a la diversidad en el marco de la discapacidad visual, así como elaborar una propuesta de actuación en el aula de matemáticas.

- 27 Troitiño, L. y Santiago, B. (2015). La enseñanza de la matemática en educación media a estudiantes con discapacidad visual. *Actas del 5° Congreso Uruguayo de Educación Matemática*. Montevideo, Uruguay.
- 28 da Silva, S. D. C. R., Mamcasz-Viginhesk, L. V., y Shimazaki, E. M. (2018). La inclusión en la formación inicial de profesores de matemáticas. *Acta Scientiarum. Education*, 40(3). 1-12.
- 29 Peña, C. G. R., y Cárdenas, J. M. F. (2019). La educación científica de alumnos con discapacidad visual: un análisis en el contexto mexicano. *Sinéctica*, 53, 1-17.
- 30 Fuentes, C. (2017). Estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos algebraicos en estudiantes con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 71, 137-151.
- En este artículo se reflexiona sobre la importancia de un buen aprendizaje de la asignatura de matemáticas para los alumnos con discapacidad visual. Se muestran ejemplos y conceptos para llevar a cabo el objetivo principal.
- Este artículo tiene como objetivo analizar prácticas en la formación inicial de profesores de Matemáticas para ejercicio de enseñanza futura, teniendo como objetivo la inclusión escolar y social de los estudiantes con discapacidad, en una institución privada de Enseñanza superior de Paraná.
- Este trabajo tiene como propósito estudiar los procesos de la educación científica de alumnos con discapacidad visual en educación básica a fin de identificar los factores que se requieren para lograr una educación inclusiva de las ciencias.
- Este trabajo muestra el diseño de una estrategia para el aprendizaje de conceptos algebraicos en estudiantes ciegos. Para ello, se utilizan los mosaicos algebraicos y una base diseñada exprefeso que permite su ubicación espacial, lo que posibilita realizar operaciones utilizando el sistema háptico.

- | | | | |
|-------|----|--|--|
| | 31 | Zuñiga, K. M. R., Quesada, E. R., y Salazar, R. S. (2017). Lineamientos para propuestas metodológicas inclusivas en Matemáticas para estudiantes ciegos. <i>Repertorio Científico</i> , 20(1), 49-59. | Este artículo tiene por objetivo establecer lineamientos generales, que guíen al docente en el diseño de propuestas metodológicas para la mediación pedagógica en Matemáticas. |
| Otros | 32 | Cortés, M. F., Martínez, I. S., y Ruiz, J. T. C. (2015). Fortalecimiento de operaciones matemáticas con apoyo de la tiflotecnología. <i>Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa</i> , 2(3). | En este artículo se realizó un análisis del uso de la tiflotecnología en competencias matemáticas como son las operaciones básicas en alumnos con discapacidad visual. Se realizó con cuatro estudiantes con discapacidad visual y se obtuvieron buenos resultados, además se muestran los resultados de todas las preguntas de la entrevista que se realizó. |
| | 33 | García, C. C., Flores, J. I. L., Nava, I. H., y Ortiz, R. M. G. (2021). Barreras en el aprendizaje de las matemáticas de personas con discapacidad visual: el caso de un estudiante de ingeniería de software. <i>Revista Areté/ Revista Amazônica de Ensino de Ciências</i> , 15(29), 22-35. | Este artículo reporta los resultados de una investigación que tuvo como objetivo identificar las barreras en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes universitarios de áreas relacionadas con las matemáticas. Se presentan los resultados que se le hicieron a un estudiante con discapacidad visual de ingeniería de software. |
| | 34 | Ramírez, L. (2018). <i>Reconociendo diferencias. Enseñanza de las matemáticas en estudiantes con discapacidad visual</i> . [Tesis de licenciatura, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional. https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/15252 | Este es un trabajo de investigación de un estudiante de la universidad Distrital de Bogotá, Colombia. El cual tiene como objetivo desarrollar habilidades conceptuales que permitan crear consciencia acerca de los procesos de inclusión educativa con estudiantes en condición de diversidad visual. Él propone adaptar materiales para el apoyo del aprendizaje de las matemáticas a los estudiantes con DV, así como también diseñar actividades que requieran |
-

desarrollar habilidades en resolución de
problemas matemáticos.

Anexo C. Listado completo de materiales digitales para nivel Básico

Nombre del material	Reseña	Accesible para estudiantes con:	Enlace de aplicación	URL
123 zoo	La locución es en inglés. Hay que tener buena precisión en seguir el trazo del número presentado.	Baja visión	https://itunes.apple.com/es/app/123-zoo-escribir-gratis/id490411259?mt=8	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
4 en raya	Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, tratamiento de la información y competencia digital, competencia para aprender a aprender, tiflotecnología, autonomía e iniciativa personal.	Baja visión	https://itunes.apple.com/es/app/4-en-raya-juego-de-tablero/id619808471?mt=8	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
Aula Itbook-Matemáticas	Idioma: Castellano, Valenciano e Inglés Operaciones ilimitadas: Operaciones básicas con 1 o varios dígitos, incluso con decimales también se trabajan las tablas de multiplicar, tanto en orden como salteadas con límite de tiempo Incluye una colección de vídeos animados para explicar, paso a paso, cómo se resuelven los diferentes tipos de operaciones.	Baja visión	https://itunes.apple.com/es/app/aula-itbook-matem%C3%A1ticas/id1263518275?mt=8	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
Bubble explode: Burbujas	Competencia matemática, tratamiento de la información y competencia digital, Autonomía e iniciativa personal.	Baja visión	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.spookyhousestudios.bubbleexplode&hl=es	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles

Build it up	La aplicación Build it ayuda a desarrollar las habilidades de percepción visual y la motricidad fina entre los niños pequeños de más de 2-5 años. De igual forma ayuda a desarrollar conceptos matemáticos primarios como tamaño, arriba y abajo, antes y después.	Baja visión	https://itunes.apple.com/us/app/adhd-autism-therapy-for-kids/id421839260?mt=8	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
Code a pillar	La aplicación va destinada al alumnado del último curso de educación infantil y primeros cursos de primaria. Además, algunas de las actividades que se deben realizar son el identificar el montón de hojas con un número determinado.	Baja visión	https://play.google.com/store/apps/details?id=air.fisherprice.com.codeapillarGo&hl=en_US	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
Colores y formas	Esta aplicación ayuda a la enseñanza y al conocimiento de diferentes formas geométricas a los niños mientras juegan.	Baja visión	https://itunes.apple.com/es/app/colores-y-formas-parani%C3%B1os/id687285593	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
Draw Line	Competencia matemática, Autonomía e iniciativa personal, Tiflotecnología.	Baja visión	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bitmango.flowlinebranch&hl=en_US	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
Tap Tap See	Esta aplicación está diseñada para ayudar a las personas con discapacidad visual a identificar los objetos que encuentran en su vida cotidiana.	Baja visión y ceguera	https://itunes.apple.com/es/app/taptapsee-camara-por-losciegos/id567635020?mt=8	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
Matemáticas para niños	Ayuda al aprendizaje de números y habilidades aritméticas elementales.	Baja visión	https://play.google.com/store/apps/details?id=zok.android.numbers&hl=es	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles

El toque mágico	Es un Software diseñado con la finalidad de ayudar a a estimulación del desarrollo escolar en niños con discapacidad visual como: Lenguaje, la orientación especial, los números, etc.	Ceguera		https://www.guiadisc.com/software-educativo-niños-ceguera.html
Brain Trainer Pro Free	Es una aplicación con muchas posibilidades y es fácil encontrar algún juego adecuado al alumno. La aplicación tiene varios juegos. En una pantalla inicial hay un listado de juegos para escoger. Todos están relacionados con números y colores: localización en un grupo, memorización de cantidades o secuencias, etc.	Baja visión y Ceguera	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.idle.babytoy&hl=es	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
My math app	La aplicación My Math Flash Card es para dominar los hechos matemáticos elementales básicos. Es una aplicación fácil de usar y personalizable para permitir un aprendizaje enfocado.	Baja visión y Ceguera	https://itunes.apple.com/us/app/my-math-flash-cards-appdeluxe/id413862797?mt=8	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles
Othelo	Competencia matemática	Baja visión y Ceguera	https://itunes.apple.com/es/app/otheloaccesible/id822934727?mt=8	https://educacion.once.es/apps-accesibles/apps-accesibles

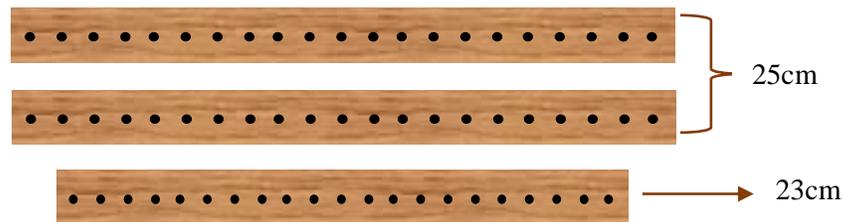
Anexo D. Construcción del ábaco Cranmer

Los materiales por ocupar son:

- Silicón.
- Tablitas de madera: 2 de 25cm, 1 de 23 cm (dependiendo del grosor de las tablitas y 2 de 12cm).
- Alambres o palitos de 12.5cm aproximadamente
- Bolitas o cuentas del mismo color o diferentes.

Procedimiento:

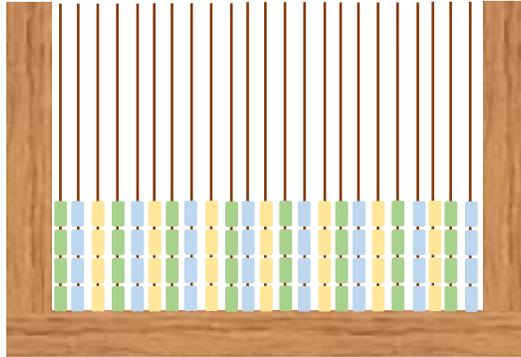
- El primer paso para realizar es perforar las tres tablitas más largas dejando 1 cm entre cada uno de estos orificios, la medida de los orificios dependerá del grosor del alambre o palitos que se estarán utilizando, ya que es donde estos se van a encajar.



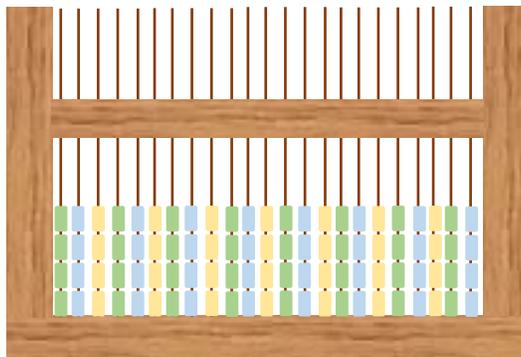
- Posteriormente con ayuda del silicón se pegarán las dos tablitas de 12 cm con una de 25 cm, de forma que se obtenga un semi-rectángulo, como se ve en la figura a continuación.



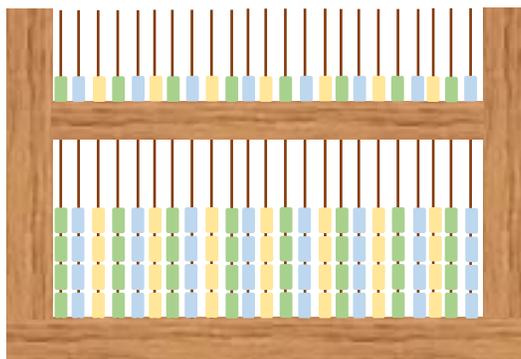
- Antes de pegar la tablita superior se deben introducir los alambres o palitos en los orificios hechos anteriormente, para poder introducir cuatro cuentas en cada uno de ellos, como podemos observar en la siguiente figura.



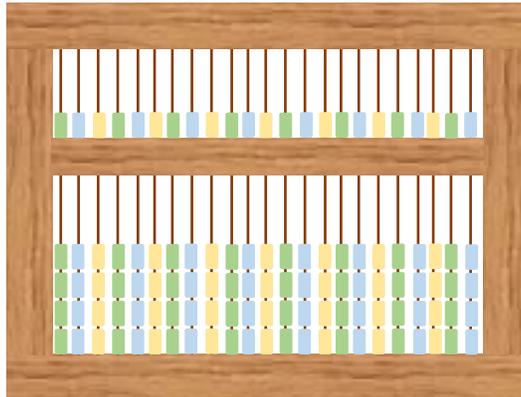
- Una vez hecho eso, se colocará la tablita de 23 cm en la parte central, la cual representa la barra operatoria del ábaco.



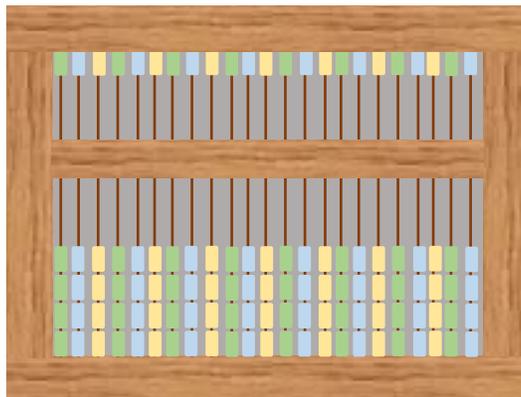
- Una vez colocada la barra operatoria se colocará en la parte superior una cuenta en cada uno de los alambres o palitos las cuales representaran las cuentas de valor 5, como podemos observar en la siguiente figura.



- Ahora lo que queda es colorar y pegar la última tablita de 25 cm para cerrar el ábaco.



- Finalmente se utilizará un pedazo de poli pack o fieltro, lo cual se colocará en la parte trasera del ábaco para colocar un soporte a las cuentas y estas no se muevan con mucha facilidad. Y de forma opcional se puede colocar una tabla en la parte de atrás del ábaco la cual sería una tapa para que el soporte (poli Pak o fieltro) no quede por fuera.



Para material adicional se pueden consultar los siguientes video-materiales donde se encuentra información de como elaborar un ábaco Cranmer de distintas maneras.

Tabla 3

Video-materiales para realizar el ábaco Cranmer

Referencia

Chris 95 Art. (2022, julio 30). *Construyendo un ábaco para personas con discapacidad visual/Chris 95 Art* [video].

https://www.youtube.com/watch?v=ioq7IvmFVEQ&ab_channel=Chris95Art

Evelin Rodríguez. (2020, mayo 25). Como hacer Ábaco Cranmer (discapacidad visual) [video].

https://www.youtube.com/watch?v=5rQwBM3VsfQ&ab_channel=EvelinRodriguez
